

ΓΕΩΡΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΓΕΝΙΚΟ ΤΜΗΜΑ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

**ΕΜΠΕΙΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ :
ΣΥΜΒΟΛΗ ΣΤΗ ΔΟΜΗ ΦΛΟΙΩΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ-
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ**

Διδακτορική διατριβή
Κωνσταντίνου Π. Γιαλούρη
Μαθηματικού

Αθήνα 1993

ΓΕΩΡΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΓΕΝΙΚΟ ΤΜΗΜΑ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ



**ΕΜΠΕΙΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ :
ΣΥΜΒΟΛΗ ΣΤΗ ΔΟΜΗ ΦΛΟΙΩΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ-
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ**

Διδακτορική διατριβή
Κωνσταντίνου Π. Γιαλούρη
Μαθηματικού

Αθήνα 1993

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Κωνσταντίνου Π. Γιαλούρη

Μαθηματικού ΕΚΠΑ

"ΕΜΠΕΙΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ: ΣΥΜΒΟΛΗ ΣΤΗ ΔΟΜΗ ΤΩΝ ΦΛΟΙΩΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ - ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ"

Επιβλέπων Καθηγητής

Α.Β.Σιδεριδης

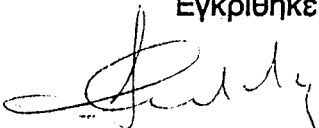
Συμβουλευτική Επιτροπή

Α.Β.Σιδεριδης

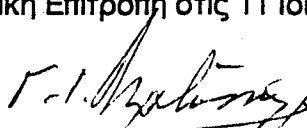
Χ.Παναγόπουλος

Β.Κόλλια-Κουσουρή

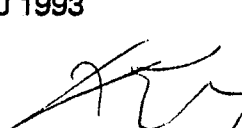
Εγκρίθηκε από την Εξεταστική Επιτροπή στις 11 Ιουνίου 1993



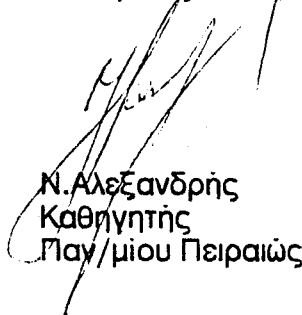
Α.Β.Σιδεριδης
Καθηγητής ΓΠΑ



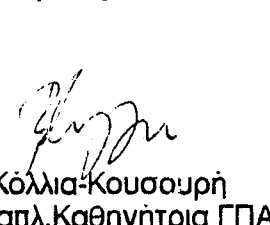
Γ.Μιχαλόπουλος
Καθηγητής ΓΠΑ



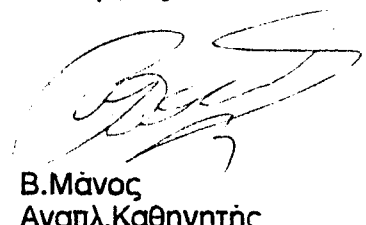
Χ.Παναγόπουλος
Καθηγητής ΓΠΑ



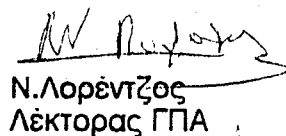
Ν.Αλεξανδρης
Καθηγητής
Παγ/μίου Πειραιώς



Β.Κόλλια-Κουσουρή
Αναπλ.Καθηγήτρια ΓΠΑ



Β.Μανος
Αναπλ.Καθηγητής
Α.Π.Θεσ/κης



Ν.Λορέντζος
Λέκτορας ΓΠΑ

"Η έγκρισις της διδακτορικής διατριβής υπό του Γενικού Τμήματος του Γεωργικού Πανεπιστημίου Αθηνών δεν υποδηλοί αποδοχή των γνώμων του συγγραφέως".

Ν.5343/1932, αρθρ. 202, παρ. 2.

Στη σύζυγό μου

Ελένη

και στο γιο μου

Παναγιώτη

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Από τη θέση αυτή θέλω να ευχαριστήσω θερμά,

Το Γεωργικό Πανεπιστήμιο Αθηνών και ιδιαίτερα το Εργαστήριο Πληροφορικής που μου έδωσαν την ευκαιρία να εκπονήσω τη διατριβή αυτή. Ειδικότερα θα ήθελα να ευχαριστήσω,

Τα μέλη της τριμελούς επιτροπής που αποτελείτο από τον Καθηγητή κ. Α. Σιδερίδη (επιβλέποντα), τον Καθηγητή κ. Χ. Παναγόπουλο και την Αναπ. Καθηγήτρια Κα Β. Κόλλια-Κουσουρή για τη βοήθειά τους στην διάρκεια της διατριβής.

Τον Καθηγητή κ. Α. Σιδερίδη για την επιλογή του θέματος, το αμέριστο ενδιαφέρον του, την ανεκτίμητη συμπαράσταση του με τη συνεχή επιστημονική του καθοδήγηση τόσο κατά την ερευνητική περίοδο όσο και κατά την περίοδο της συγγραφής της διατριβής. Η προσφορά του στη καθημερινή μας συνεργασία δεν περιορίσθηκε στην τυπική προσφορά του επιβλέποντος, ήταν μία διαρκής διδασκαλία επιστήμης, ήθους και δεοντολογίας.

Τον Καθηγητή κ. Χ. Παναγόπουλο για τη βοήθεια του στο να προσεγγίσω τα θέματα Φυτοπαθολογίας και τις εύστοχες υποδείξεις του κατά τη συγγραφή της διατριβής.

Τον Καθηγητή κ. Γ. Μιχαλόπουλο για τις χρήσιμες υποδείξεις του στα θέματα εφαρμογής Εμπείρων Συστημάτων στα θέματα Γεωργικής Οικονομίας.

Την Αν. Καθ. Κα Β. Κόλλια - Κουσουρή για τη βοήθεια της στην έρευνα και για τις εύστοχες παρατηρήσεις της στη διάρκεια της συγγραφής της διατριβής.

Τον Καθηγητή κ. Ν. Αλεξανδρή, τον Αν. Καθ. κ. Β. Μάνο και τον Λέκτορα κ. Ν. Λορέντζο για τις εύστοχες παρατηρήσεις τους στη διάρκεια της συγγραφής της διατριβής.

Τον Αν. Καθ. κ. Γ. Δουκίδη για τις υποδείξεις του και την βοήθεια του σε πολλά θέματα της έρευνάς μου.

Την Επ. Καθ. Κα Μ. Στεφανάκη-Νικηφοράκη για τη βοήθεια της στα θέματα της Συστηματικής Βοτανικής.

Τη Χημικό Οινολόγο Κα Κ. Βέργου για τη συνεργασία στα θέματα Οινολογίας.

Τη σύζυγό μου Ελένη, χωρίς τη συνεχή ηθική συμπαράσταση της οποίας, δεν θα έφερα σε πέρας την εκπόνηση της διατριβής μου.

Από τη θέση αυτή αποτιώ φόρο τιμής στη μνήμη του Καθηγητή Γ. Κόλλια για την προσφορά του στην αρχή της έρευνάς μου.

Τέλος θεωρώ χρέος μου από τη θέση αυτή να αποδώσω την οφειλόμενη τιμή στη μνήμη του πατέρα μου και της μητέρας μου για όσα έκαναν για μένα ώστε να έχω αυτό το αποτέλεσμα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα διατριβή μελετάται το πρόβλημα της εσωτερικής αναπαράστασης της γνώσης, μέσω κανόνων, προκειμένου να δομηθεί η Βάση Γνώσης που είναι βασικό συστατικό στοιχείο των Εμπειρών Συστημάτων. Το πρόβλημα αυτό είναι γενικότερο στην Τεχνητή Νοημοσύνη αλλά, στα Εμπειρα Συστήματα, παίζει αποφασιστικό ρόλο και αποτελεί τη βασική αιτία για την έλλειψη τυποποίησης. Η εσωτερική αναπαράσταση της γνώσης πρέπει να αντιμετωπίζει ικανοποιητικά το πρόβλημα της χωρητικότητας της κεντρικής μνήμης αποφεύγοντας άσκοπη επανάληψη πληροφοριών. Ένα πρόσθετο πρόβλημα εντοπίζεται στη χώρα μας λόγω της χρήσεως του Ελληνικού αλφαβήτου στη δόμηση των Βάσεων Γνώσης των Εμπειρών Συστημάτων.

Τα ανωτέρω προβλήματα έχουν ως αποτέλεσμα τη μη αθρόα παραγωγή Εμπειρών Συστημάτων και την έκφραση επιφυλάξεων, πολλές φορές, εκ μέρους των χρηστών. Ιδιαίτερα οι εφαρμοσμένες επιστήμες, όπως η Γεωπονία, η Ιατρική, κ.λπ., θα ωφελούντο περισσότερο από την ταχύτερη ανάπτυξη της τεχνολογίας αυτής. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονισθεί ότι η εισαγωγή των Εμπειρών Συστημάτων στο χώρο της Γεωργίας επιχειρείται για πρώτη φορά στην Ελλάδα, μέσω της συνεργασίας του Υπουργείου Γεωργίας και του Ιδρύματός μας.

Οι λόγοι που αναφέρθηκαν παραπάνω, οδηγούν στη σκοπιμότητα της έρευνας αυτής στα πλαίσια της διδακτορικής μας διατριβής. Όπως τονίσθηκε ήδη βασικό πρόβλημα αποτελεί η εσωτερική αναπαράσταση της γνώσης και, για το σκοπό αυτό, η έρευνά μας πρωτίστως επικεντρώνεται στον τομέα αναπαράστασης της γνώσης. Έτσι, στη διατριβή αυτή παρουσιάζεται μία νέα μέθοδος εσωτερικής αναπαράστασης η οποία είναι απλή και οδηγεί στην άρση προβλημάτων χωρητικότητας της κεντρικής μνήμης και χειρισμού της Ελληνικής γλώσσας. Παράλληλα με την προτεινόμενη μέθοδο εσωτερικής αναπαράστασης της γνώσης, υιοθετείται ένας νέος τρόπος εξαγωγής

πιθανών συμπερασμάτων αντιμετωπίζοντας τη Βάση Γνώσης ως μία Βάση Δεδομένων. Επίσης, το υποσύστημα αιτιολόγησης του Εμπείρου Συστήματος γίνεται περισσότερο αναλυτικό.

Οι δυνατότητες της ανωτέρω τεχνικής κρίνονται με την ανάπτυξη ενός νέου φλοιού Εμπειρών Συστημάτων. Ο φλοιός αυτός ελέγχεται, σε συγκεκριμένους τομείς της Γεωργίας, με Βάσεις Γνώσης που αναπτύχθηκαν παράλληλα και, σε άλλα περιβάλλοντα, για λόγους σύγκρισης. Τονίζεται ότι διαφορετικοί φλοιοί μπορούν να αναπτυχθούν, με τη μεθοδολογία που προτείνουμε, έχοντας ως εργαλείο μία κλασική γλώσσα προγραμματισμού.

Στο πρώτο μέρος της διατριβής προτείνεται επίσης μία μέθοδος αναπαράστασης μιας Βάσης Γνώσης κανόνων σε μία Βάση Δεδομένων. Με τη μεθοδολογία αυτή απαλείφεται το πρόβλημα του χειρισμού πολύ μεγάλων Βάσεων Γνώσης. Με τη χρήση πιθανοθεωρητικών μοντέλων, στην εξαγωγή συμπεράσματος, προτείνεται μία άλλη μεθοδολογία αναπαράστασης Βάσης Γνώσης. Σύμφωνα με αυτή τη μεθοδολογία το Εμπειρο Σύστημα έχει τη δυνατότητα αυτόματης μάθησης και τροποποίησης της γνώσης σε συνδυασμό με γεγονότα που συνέβησαν μέσα σε κάποιο χρονικό διάστημα. Με βάση την αναπαράσταση αυτή ορίζεται η έννοια της Χρονικής Βάσης Γνώσης.

Λόγοι καλύτερης παρουσίασης της έρευνας, που οδήγησε στη διατριβή αυτή, αλλά και η εξασφάλιση της δυνατότητας ενημέρωσης στο συγκεκριμένο έργο των ερευνητών Πληροφορικής και Γεωπονίας, επέβαλαν το χωρισμό της διατριβής σε δύο μέρη έκαστο των οποίων, μολονότι έχει την αυτοτέλειά του, αποτελεί απαραίτητο συμπλήρωμα του άλλου.

ABSTRACT

This PhD dissertation is divided into two parts. In the first part a method of an internal representation for Rule Knowledge Bases is presented. This method is formulated by exploiting the idea of storing elements of a sparse matrix using multiple linked lists. Using this technique a simple Expert System shell is developed. In the first part, it is also proposed a method for dynamic modification of a rule, using probabilistic theory. This method leads to the formulation of a Temporal Knowledge Base from a Temporal Database. The problem of storage of large Knowledge Bases is eliminated by expanding the proposed method of internal representation into a Database.

In the second part of this dissertation, Expert Systems in Agriculture are classified and developed as test cases.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΜΕΡΟΣ Ι

ΕΜΠΕΙΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	2
2	ΔΟΜΗ ΕΜΠΕΙΡΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.....	8
2.1	Εισαγωγή.....	8
2.2	Βάση Γνώσης.....	10
2.3	Επαγωγική Μηχανή.....	10
2.4	Τμήμα σύλληψης και εσωτερικής αναπαράστασης της γνώσης.....	10
2.5	Τμήμα επεξήγησης.....	11
2.6	Τμήμα Ενδιάμεσου Μηχανισμού Χρήστη-Μηχανής.....	11
3	ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΓΝΩΣΗΣ ΣΤΑ ΕΜΠΕΙΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	12
3.1	Εισαγωγή.....	12
3.2	Σημασιολογικά δίκτυα.....	13
3.3	Αντικείμενο - Ιδιότητα - Τιμή.....	14
3.4	Κανόνες.....	15
3.5	Πλαίσια	17
3.6	Σενάρια.....	18
3.7	Αναπαράσταση γεγονότων και σχέσεων με χρήση λογικής.....	18
4	ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ.....	20
4.1	Εισαγωγή	20
4.2	Μηχανισμός ορθόδρομης αλυσίδας.....	20
4.3	Μηχανισμός οπισθόδρομης αλυσίδας.....	21
4.4	Εξαγωγή συμπερασμάτων μέσα από αβεβαιότητα.....	21
4.4.1	Ασαφής Λογική	22
4.4.2	Χειρισμός αβεβαιότητας στο MYCIN.....	22
4.4.3	Θεωρία της μαρτυρίας των DEMPSTER-SHAFFER.....	24
5	ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΜΠΕΙΡΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.....	26
5.1	Εισαγωγή.....	26
5.2	Μέσα ανάπτυξης Ε.Σ.....	28
5.3	Διαδικασία σύλληψης της γνώσης.....	29
5.4	Εμπειρα Συστήματα και Βάσεις Δεδομένων.....	31
6	ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΓΝΩΣΗΣ.....	34
6.1	Εισαγωγή.....	35
6.2	Χρήση δομής αραιού πίνακα για τη δόμηση της Βάσης Γνώσης.....	36
6.3	Δόμηση του φλοιού.....	43
6.4	Δομή των εγγραφών.....	44
6.5	Παράδειγμα αναπαράστασης Βάσης Γνώσης.....	47
6.6	Μηχανισμός εξαγωγής συμπερασμάτων.....	49
6.7	Μηχανισμός επεξήγησης.....	51
6.8	Περιγραφή του συστήματος.....	52
6.9	Δενδρική δομή του προγράμματος.....	54
6.10	Συγκρίσεις με άλλα συστήματα	60
6.11	Πλεονεκτήματα του συστήματος	62

7	ΔΥΝΑΜΙΚΑ ΜΕΤΑΒΑΛΟΜΕΝΟΙ ΚΑΝΟΝΕΣ.....	64
7.1	Εισαγωγή.....	64
7.2	Το πιθανοθεωρητικό μοντέλο.....	65
7.3	Δομή του συστήματος.....	68
7.4	Τρόπος λειτουργίας του συστήματος.....	71
7.5	Πλεονεκτήματα του συστήματος.....	71
8	ΔΟΜΗ ΒΑΣΗΣ ΓΝΩΣΗΣ ΥΠΟ ΜΟΡΦΗ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	73
8.1	Εισαγωγή.....	73
8.2	Η δομή των αρχείων.....	74
8.3	Παράδειγμα.....	77
8.4	Ιδιαιτερότητες της υλοποίησης.....	80

ΜΕΡΟΣ ΙΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

9	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	82
10	ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΑ Ε.Σ.....	89
10.1	Διαγνωστικά συστήματα στη φυτοπαθολογία.....	89
10.1.1	Εισαγωγή.....	89
10.1.2	Η ταξινόμηση της γνώσης στη φυτοπαθολογία.....	91
10.1.3	Διαδικασία σύλληψης και ταξινόμησης της γνώσης... ..	93
10.1.4	Συμπεράσματα.....	98
10.2	Διαγνωστικό σύστημα στην Οινολογία.....	100
10.2.1	Εισαγωγή.....	100
10.2.2	Αλλοιώσεις και ασθένειες του οίνου.....	100
10.2.3	Διαδικασία της διάγνωσης.....	101
10.2.4	Συμπτώματα (γεγονότα και τιμές) που συνθέτουν την Βάση Γνώσης.....	103
10.2.5	Συμπεράσματα.....	106
10.3	Γενικά συμπεράσματα επί των Διαγνωστικών ΕΣ.....	108
11	ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΟ ΕΜΠΕΙΡΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΤΗ ΧΟΡΗΓΗΣΗ ΔΑΝΕΙΩΝ.....	109
11.1	Εισαγωγή.....	109
11.2	Διαδικασία χορήγησης δανείων στην Κτηνοτροφία από την ΑΤΕ.....	110
11.3	Το σύστημα υποστήριξης λήψης της απόφασης.....	112
11.4	Δομή του συστήματος.....	119
12	ΕΜΠΕΙΡΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΣΤΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΒΟΤΑΝΙΚΗ.....	122
12.1	Εισαγωγή.....	122
12.2	Διαδικασία της ταξινόμησης.....	122
12.3	Χαρακτηριστικά (γεγονότα και τιμές) που συνθέτουν τη Βάση Γνώσης.....	124
12.4	Συμπεράσματα.....	128
13	ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	129
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	135
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	173

ΜΕΡΟΣ Ι

ΕΜΠΕΙΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τεχνητή Νοημοσύνη και τομείς εφαρμογής της

Ο όρος Τεχνητή Νοημοσύνη (ΤΝ) χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά το 1956 από τον John McCarthy. Πρέπει όμως να τονισθεί ότι ο Turing (1963) από το 1950 με ένα ειδικό κριτήριο το οποίο ελέγχει αν μία μηχανή μπορεί να σκεφθεί, έθεσε τα θεμέλια για την ΤΝ. Εκτοτε ακολούθησαν πολλές προσεγγίσεις της έννοιας αυτής όχι μέσω ορισμών αλλά κυρίως μέσω των σκοπών που προσπαθεί να εκπληρώσει η ΤΝ. Οι Feigenbaum and Feldman (1963) ορίζουν ως βασικό σκοπό της ΤΝ την κατασκευή προγραμμάτων τα οποία εμφανίζουν εφuiή συμπεριφορά σύμφωνα με την έννοια της εφuiας που αποδίδεται στον άνθρωπο.

Η εφuiα μπορεί να χαρακτηρίσει ένα πρόγραμμα αν έχει την ικανότητα, προκειμένου να λύσει ένα πρόβλημα, να επιλέξει μεταξύ ενός μεγάλου συνόλου βημάτων τα βήματα εκείνα που σχετίζονται άμεσα με το πρόβλημα και θα οδηγήσουν στη λύση του. Τη δυνατότητα αυτή την αποκτά μέσω ευρετικών μεθόδων (heuristic methods) που είναι εμπειρικοί κανόνες, στρατηγικές επιλογής και απλοποίησης που μειώνουν το πλήθος των πιθανών κινήσεων με σκοπό την εύρεση της καλύτερης λύσης.

Από τους πλέον δόκιμους θεωρείται ο ορισμός της Rich (1984) οποίος αναφέρεται στον κλάδο της Επιστήμης των Υπολογιστών που έχει ως αντικείμενο μελέτης *"το πως θα μπορούμε να κάνουμε τους υπολογιστές να κάνουν πράγματα στα οποία, προς το παρόν μόνο οι άνθρωποι είναι καλύτεροι"*. Ο Winston (1987) και ο Shinghal (1992) αναφέρουν ότι τελικά ο αντικειμενικός σκοπός της ΤΝ είναι να κατασκευασθούν έξυπνες μηχανές.

Οι Δουκίδης και Αγγελίδης (1992), εξετάζουν την ΤΝ από δύο σκοπιές:

- α. Την *επιστημονική*, που σκοπεύει στην κατανόηση των μηχανισμών της ανθρώπινης νοημοσύνης και όπου ο υπολογιστής χρησιμοποιείται ως εργαλείο προσομοίωσης και επιβεβαίωσης των θεωριών και,
- β. Την *μηχανική*, που έχει σκοπό να εμφυτεύσει στον υπολογιστή ανθρώπινες διανοητικές ικανότητες.

Τα σπουδαιότερα πεδία εφαρμογής της ΤΝ είναι:

Η αυτοματοποίηση του συλλογισμού, που έχει ως σκόπο την απόδειξη θεωρημάτων.

Η επεξεργασία φυσικής γλώσσας, που σκόπος της είναι η επικοινωνία του ανθρώπου και του υπολογιστή σε φυσική γλώσσα. Ο τομέας αυτός περιλαμβάνει και την αυτόματη μετάφραση μεταξύ δύο φυσικών γλωσσών (π.χ. Αγγλικά -Ελληνικά).

Τα Εμπειρα Συστήματα (ΕΣ), που αποσκοπούν στην αποθήκευση στον υπολογιστή της εμπειρίας ενός ειδικού σε κάποιο τομέα και στην εξασφάλιση της δυνατότητας του υπολογιστή να δρά πλέον ο υπολογιστή ως ειδικός. Τα ΕΣ είναι από τα πλέον χαρακτηριστικά παραδείγματα εφαρμογής της Τεχνητής Νοημοσύνης.

Τα παιχνίδια, με τα οποία μπορεί ο υπολογιστής να παίζει παιχνίδια όπως ένας άνθρωπος κάνοντας συλλογισμούς.

Η αναγνώριση εικόνας, η οποία έχει στόχο να δίδει στον υπολογιστή τη δυνατότητα, μέσω καταλλήλων οπτικών συστημάτων, να *βλέπει* και να αναγνωρίζει αντικείμενα.

Η μάθηση της μηχανής, που έχει σκοπό να δώσει στον υπολογιστή την δυνατότητα να αυξάνει την απόδοση, αυτοβελτιώνοντας τη γνώση του σε ένα ορισμένο τομέα χωρίς να επεμβαίνει ο άνθρωπος.

Τα νευρωνικά δίκτυα, μέσω των οποίων γίνεται προσομοίωση της λειτουργίας του ανθρώπινου εγκεφάλου σύμφωνα με τις θεωρίες της σύγχρονης Ψυχιατρικής, Ψυχολογίας και Νευροχειρουργικής. Μια ουσιαστική διαφορά των νευρωνικών δικτύων, από τις άλλες εφαρμογές ΤΝ, είναι ότι η γνώση παρέχεται στο σύστημα μέσω παραδειγμάτων, η δε αποδοτικότητά του μετριέται σε *συνδέσμους* ανά δευτερόλεπτο.

Η Ρομποτική, η οποία εξασφαλίζει τη συνεργασία των παραπάνω κατηγοριών εφαρμογών, σε συνδυασμό με μηχανικές διατάξεις, για την εκτέλεση διαφόρων εξειδικευμένων εργασιών. Τα σύγχρονα ρομπότ χρησιμοποιούνται σε αλυσίδες παραγωγής αυτοκινήτων ή εκτελούν εργασίες σε χώρους επικίνδυνους για τον άνθρωπο.

Από τα ανωτέρω πεδία εφαρμογής της ΤΝ θα μας απασχολήσουν μόνο τα Εμπειρα Συστήματα διότι παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον και ευρύτατο πεδίο εφαρμογής στη Γεωργία.

Εμπειρα Συστήματα

Τα Εμπειρα Συστήματα θεωρούνται σήμερα ως η ουσιαστικότερη εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης. Ιδιαίτερη ώθηση στην ανάπτυξη τους δόθηκε από τους Ιάπωνες με την ανακοίνωση της 5ης γενιάς υπολογιστών το 1981 όπως και την απάντηση σε αυτή, την εξέλιξη της Αμερικανικής και Ευρωπαϊκής Τεχνολογίας (π.χ. το πρόγραμμα ALVEY το 1982).

Ο Feigenbaum έδωσε τον εξής ορισμό για ένα ΕΣ. *"Είναι ένα έξυπνο πρόγραμμα που χρησιμοποιεί γνώση και μηχανισμούς εξαγωγής συμπερασμάτων για να μπορεί να λύνει προβλήματα τα οποία είναι δύσκολα και μπορεί να απαιτούν σημαντική ανθρώπινη εμπειρία για τη λύση τους"*.

Η Βρετανική Εταιρεία Υπολογιστών έδωσε τον εξής ορισμό ενός ΕΣ: *"Ένα ΕΣ θεωρείται ως η ενσωμάτωση στον υπολογιστή μιας συνιστώσας βασισμένης στη γνώση έτσι ώστε το σύστημα να μπορεί να δίνει μία ευφυή συμβουλή ή να παίρνει έξυπνες αποφάσεις σχετικά με μία λειτουργία επεξεργασίας. Μία πρόσθετη επιθυμητή ιδιότητα που από πολλούς θεωρείται ουσιώδης, είναι η ικανότητα του ΕΣ να αιτιολογεί, όταν του ζητηθεί, τον τρόπο σκέψης του κατάλληλα κατανοητό από αυτόν που του το ζήτησε. Τα παραπάνω χαρακτηριστικά επιτυγχάνονται με προγραμματισμό βασισμένο σε κανόνες"*. Κατά την άποψη μας, η ιδιότητα της αιτιολόγησης στο "γιατί το σύστημα κάνει μία ερώτηση", ή, "πώς εφθασε σε ένα συμπέρασμα" είναι ουσιώδης και είναι ένα από τα χαρακτηριστικά στοιχεία που του προσδίδουν την έννοια της εμπειρίας και το διαχωρίζουν από τα απλά συστήματα που βασίζονται στη γνώση.

Ο Haugeland (1989) αναφέρει ότι τα ΕΣ στηρίζονται στην άποψη ότι ορισμένοι τομείς μπορούν να αντιμετωπισθούν ως μικρόκοσμοι για συγκεκριμένες δραστηριότητες που απαιτούν λήψη απόφασης. Σύμφωνα αυτή τη διαπίστωση θα πρέπει:

- α. Οι αποφάσεις να εξαρτώνται από ένα καλώς ορισμένο σύνολο παραγόντων, μεταβλητών και εν γένει συνθηκών.
- β. Οι τιμές των παραγόντων αυτών θα πρέπει να είναι γνωστές και να μπορούν να εκφραστούν κατάλληλα στο σύστημα.
- γ. Να υπάρχει ικανοποιητική προσέγγιση στη συσχέτιση των συνθηκών με τα αποτελέσματα (συμπεράσματα).

δ. Η διασύνδεση των παραγόντων, που καθορίζουν τα αποτελέσματα, παρουσιάζει πολυπλοκότητα ώστε να αξίζει τον κόπο η προσπάθεια, ενώ δεν πρέπει να υπάρχει κάποιο μαθηματικό μοντέλο που να περιγράψει τη διαδικασία αυτή.

Εν γένει τα ΕΣ απευθύνονται σε διαφορετικών κατηγοριών προβλήματα για τα οποία:

- Δεν υπάρχει ένα μαθηματικό μοντέλο που να περιγράψει τη λύση τους.
- Η λύση απαιτεί σημαντική εμπειρία.
- Η διαδικασία επίλυσης μπορεί εύκολα να μεταβληθεί με την εισαγωγή νέων παραγόντων που επηρεάζουν την λύση.

Ανάλυση πρώτου μέρους

Στο παρόν, πρώτο μέρος της διατριβής, ασχολούμεθα με τη δομή των Εμπειρών Συστημάτων και τη μεθοδολογία αναπαράστασης της ανθρώπινης γνώσης και της αξιοποίησής της από τον υπολογιστή. Ειδικότερα, στο δεύτερο κεφάλαιο, περιγράφουμε τα τμήματα που απαρτίζουν ένα Εμπειρο Σύστημα, ενώ, στο τρίτο κεφάλαιο, αναλύουμε τους τρόπους με τους οποίους η γνώση μπορεί μετασχηματιστεί σε μία μορφή κατάλληλη για μεταφορά στον υπολογιστή. Οι μηχανισμοί με τους οποίους τα ΕΣ οδηγούνται στην εξαγωγή συμπερασμάτων, ακόμη και στην περίπτωση αβεβαιότητας των επαγωγικών δεδομένων, αναλύονται στο τέταρτο κεφάλαιο.

Η μεθοδολογία ανάπτυξης ΕΣ, από τη διαδικασία που ακολουθείται για να συγκεντρωθεί και καταγραφεί η γνώση μέχρι και τη συνεργασία με τις διάφορες Βάσεις Δεδομένων, περιγράφονται στο πέμπτο κεφάλαιο.

Στο έκτο κεφάλαιο προτείνεται ένας νέος τρόπος εσωτερικής αναπαράστασης της Γνώσης στον υπολογιστή. Με τον τρόπο αυτό δομείται το γνωστικό μέρος του ΕΣ δηλαδή η Βάση Γνώσης του. Στο κεφάλαιο αυτό επίσης δομείται ένα νέος Φλοιός ανάπτυξης ΕΣ.

Οι παραδοσιακές, στηριγμένες σε κανόνες, Βάσεις Γνώσης παρουσιάζουν το μειονέκτημα μιας στατικής θεώρησης του αριθμού των συνθηκών ενός κανόνα ενός ΕΣ. Το βασικό αυτό μειονέκτημα αντιμετωπίζεται, στο έβδομο κεφάλαιο, με μία απλή μεθοδολογία αυτοβελτίωσης της ΒΓ με δυναμική προσθήκη νέων συνθηκών στους κανόνες. Παράλληλα, με τη μεθοδολογία αυτή, η εξαγωγή συμπερασμάτων μπορεί να επιτευχθεί χωρίς να χρειάζεται η ικανοποίηση όλων των συνθηκών του κανόνα.

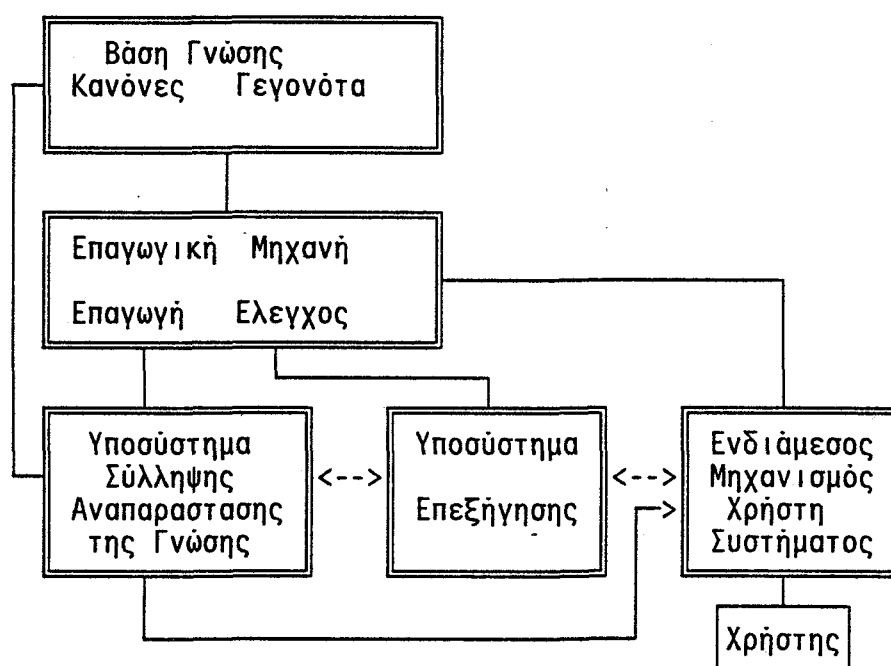
Οι ΒΓ με μεγάλο αριθμό κανόνων δημιουργούν προβλήματα χώρου κεντρικής μνήμης. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού, στο όγδοο κεφάλαιο, παρουσιάζεται μία μεθοδολογία καταχώρισης της ΒΓ σε Βάση Δεδομένων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΔΟΜΗ ΕΜΠΕΙΡΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα Εμπειρα Συστήματα ανήκουν γενικότερα στα Συστήματα που Βασίζονται στη Γνώση (ΣΒΓ). Τα συστήματα αυτά έχουν, ως βασικά τμήματα, τη **Βάση Γνώσης(ΒΓ)** όπου βρίσκεται αποθηκευμένη η γνώση για τη λύση ενός προβλήματος και την **Επαγωγική Μηχανή** που εκμεταλλεύεται την ΒΓ. Αναλυτικότερα, ένα ΕΣ αποτελείται από τα εξής πέντε τμήματα (βλέπε σχήμα 2.1).



Σχήμα 2.1 Δομή τυπικού ΕΣ

1. Τη Βάση Γνώσης.
2. Την Επαγωγική Μηχανή.
3. Το τμήμα Σύλληψης και Αναπαράστασης Γνώσης.
4. Το τμήμα Επεξήγησης.
5. Τον Ενδιάμεσο Μηχανισμό μεταξύ Χρήστη και Μηχανής.

Ο Forsyth (1989) θεωρεί τα τμήματα επεξήγησης και το μηχανισμού χρήστη-μηχανής ως ένα τμήμα και τονίζει δε ότι κάθε ένα από τα τμήματα ενός ΕΣ, αποτελεί και ένα μη λυμένο πρόβλημα για τα ΕΣ. Ο σχολιασμός αυτός είναι παράδοξος δεδομένου ότι υπάρχουν δεκάδες προϊόντα στην αγορά για πολλές περιπτώσεις εφαρμογής ΕΣ. Γενικά τα προβλήματα που αναφέρει ο Forsyth δεν έχουν επιλυθεί μέχρι σήμερα και έχουν σχέση με:

- την αναπαράσταση της γνώσης,
- τον επαγωγικό μηχανισμό,
- τη διαδικασία σύλληψης της γνώσης από τον ειδικό,
- το ενδιάμεσο περιβάλλον χρήστη μηχανής.

Ο χωρισμός της επαγωγικής μηχανής από τη ΒΓ και τα δεδομένα οδήγησε στην δημιουργία των *Φλοιών Ανάπτυξης Εμπειρών Συστημάτων*. Η αρχή έγινε όταν από το ΕΣ MYCIN (βλέπε Shortliffe (1976)) αφαιρέθηκε το περιεχόμενο της βάσης γνώσης του. Το αποτέλεσμα ήταν το σύστημα EMYCIN το οποίο είχε τη δυνατότητα, να δεχθεί πλέον μία νέα ΒΓ σε ένα άλλο γνωστικό αντικείμενο. Οι φλοιοί προσφέρονται για ανάπτυξη ΕΣ δίδοντας τη δυνατότητα, σε αυτούς που τους χρησιμοποιούν, να επικεντρωθούν στην ανάπτυξη της ΒΓ χωρίς να ενδιαφέρονται για τα υπόλοιπα μέρη του συστήματος. Το βασικό σημείο, που πρέπει να λάβει κανείς υπόψη του, είναι να προσαρμόσει τη ΒΓ στις ιδιαιτερότητες του φλοιού και να επιλέξει, εφόσον το σύστημα έχει αυτή τη δυνατότητα, ανάμεσα στους μηχανισμούς ελέγχου. Επίσης, η ύπαρξη του φλοιού που θα χρησιμοποιηθεί θα επηρεάσει και τη διαδικασία σύλληψης της γνώσης.

Οι φλοιοί τα τελευταία χρόνια αυξάνουν τις δυνατότητές τους με ευκολίες για επικοινωνία με άλλα πακέτα ή προγράμματα και τείνουν να γίνουν γλώσσες προγραμματισμού υπερ-υψηλού επιπέδου στη μηχανική της γνώσης (βλέπε Boley

(1990)). Έτσι, με τη χρήση φλοιών ανάπτυξης ΕΣ έχοντας ένα βασικό λογισμικό και φορτώνοντας διαφορετικές ΒΓ, επιτυγχάνεται η δημιουργία διαφορετικών ΕΣ.

2.2 ΒΑΣΗ ΓΝΩΣΗΣ

Η ΒΓ είναι το τμήμα του ΕΣ στο οποίο είναι αποθηκευμένη η γνώση την οποία χειρίζεται το ΕΣ. Η Γνώση είναι αποθηκευμένη με μορφή γεγονότων και κανόνων. Οι κανόνες περιγράφουν τα γεγονότα και τις διαδικασίες που είναι απαραίτητες για τη λήψη απόφασης. Επίσης, στη ΒΓ μπορεί να αποθηκευθεί και η μετα-γνώση (meta-knowledge) του συστήματος, δηλαδή κανόνες και γεγονότα που χρειάζονται για την χειρισμό της γνώσης από το σύστημα. Πολλοί διακρίνουν δύο τμήματα στη ΒΓ. Το τμήμα όπου αποθηκεύονται οι κανόνες και το θεωρούν την καθ' αυτό ΒΓ και ένα άλλο το οποίο ονομάζουν μνήμη εργασίας που το χρησιμοποιούν για να αποθηκεύουν τα γεγονότα καθώς και διάφορες τιμές μεταβλητών που χρησιμοποιούν για τη διαδικασία της απόφασης.

2.3 ΕΠΑΓΩΓΙΚΗ ΜΗΧΑΝΗ

Η Επαγωγική Μηχανή (ΕΜ) είναι το τμήμα του ΕΣ που αναλαμβάνει τη διαδικασία έρευνας της ΒΓ με διάφορους μηχανισμούς, για τη λήψη μιας απόφασης. Η ΕΜ ερευνά τη ΒΓ και μέσω του μηχανισμού χρήστη-μηχανής υποβάλλει τις ερωτήσεις στον χρήστη, λαμβάνει τις απαντήσεις και τις εφαρμόζει στη ΒΓ.

2.4 ΤΜΗΜΑ ΣΥΛΛΗΨΗΣ ΚΑΙ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗΣ ΤΗΣ ΓΝΩΣΗΣ

Το τμήμα αυτό είναι υπεύθυνο για την εσωτερική αναπαράσταση της γνώσης μέσα στη ΒΓ. Η ΒΓ γράφεται, τις περισσότερες φορές σε μία μορφή κειμένου ή

ακόμη με κάποιο τυποποιημένο τρόπο που έχει σχεδιάσει ο κατασκευαστής. Το τμήμα αυτό ελέγχει την ορθότητα της ΒΓ, την μετατρέπει σε μία εσωτερική μορφή κατανοητή για το σύστημα, αλλά ταυτόχρονα η εσωτερική αυτή μορφή έχει τη δυνατότητα να μετατραπεί σε αυτή που ο μηχανικός της γνώσης είχε αρχικά δώσει. Δεν είναι ένα τμήμα μετάφρασης προς μία κατεύθυνση όπως π.χ. ο compiler.

2.5 ΤΜΗΜΑ ΕΠΕΞΗΓΗΣΗΣ

Μια και ένα ΕΣ είναι επιθυμητό να δρά ως ένα ειδικός, είναι απαραίτητο να λειτουργεί μέσα σ'ένα περιβάλλον αποδεκτό από τον άνθρωπο. Πρέπει τα συμπεράσματά του να είναι διαφανή και κατανοητά από τον άνθρωπο. Ο Τζαφέστας (1988) θεωρεί ότι ένας συλλογισμός, που δεν μπορεί να εξηγηθεί από έναν άνθρωπο, μπορεί να δίνει αποτελέσματα μη ικανοποιητικά γιαυτόν, ακόμη και αν αυτά είναι καλύτερα από τα δικά του. Ο μηχανισμός επεξήγησης είναι αυτός που δίδει στο χρήστη την απάντηση γιατί το σύστημα του απευθύνει μία συγκεκριμένη ερώτηση ή πώς έφθασε σε κάποιο συμπέρασμα. Ο μηχανισμός αυτός συνεργάζεται τόσο με την επαγωγική μηχανή όσο και με τον ενδιάμεσο μηχανισμό χρήστη-μηχανής.

2.6 ΤΜΗΜΑ ΕΝΔΙΑΜΕΣΟΥ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΥ ΧΡΗΣΤΗ-ΜΗΧΑΝΗΣ

Το τμήμα αυτό είναι υπεύθυνο για τη διαδικασία επικοινωνίας χρήστη-μηχανής, επικοινωνεί όπως φαίνεται και στο σχήμα με την επαγωγική μηχανή, το τμήμα επεξήγησης και το τμήμα σύλληψης και αναπαράστασης της γνώσης. Ο ενδιάμεσος μηχανισμός, μερικές φορές, είναι εφοδιασμένος με δυνατότητες γραφικών, ήχου, κλπ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΓΝΩΣΗΣ ΣΤΑ ΕΜΠΕΙΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα Εμπειρα Συστήματα είναι οι φορείς απόδοσης, φύλαξης και χρήσης της γνώσης σε/από ένα υπολογιστή. Το βασικό ερώτημα για το "πως η γνώση αυτή θα χρησιμοποιηθεί από το ΕΣ για να δώσει λύση το σύστημα;" έπεται του προβλήματος αναπαράστασης της γνώσης. Για να καταστεί το άτομο έμπειρο και κριτικό έχουμε βρει τον τρόπο εδώ και 7000 χρόνια, τουλάχιστον, να του προσδίνουμε τη γνώση - πέρα από αυτή που από τη φύση διαθέτει- άρα και να μπορούμε να την αναπαριστάνουμε γιαυτό το σκοπό. Από αυτή την απλή σκέψη ξεκινά και η ανάγκη εύρεσης τρόπων αναπαράστασης της γνώσης ώστε να μπορεί να συλληφθεί και προσκτηθεί από τον υπολογιστή (βλέπε Simon et al (1983), Woods (1983)).

Το πρόβλημα της αναπαράστασης της γνώσης έχει δύο βασικά σκέλη.

- Την αναπαράσταση της γνώσης ενός γνωστικού αντικειμένου σύμφωνα με κάποιο θεωρητικό μοντέλο αναπαράστασης της γνώσης.
- Την εσωτερική αναπαράσταση του μοντέλου στον υπολογιστή ούτως ώστε η κωδικοποιηθείσα με το μοντέλο αυτό γνώση να μπορεί να αναπαρασταθεί εσωτερικά και να γίνει κτήμα του συστήματος.

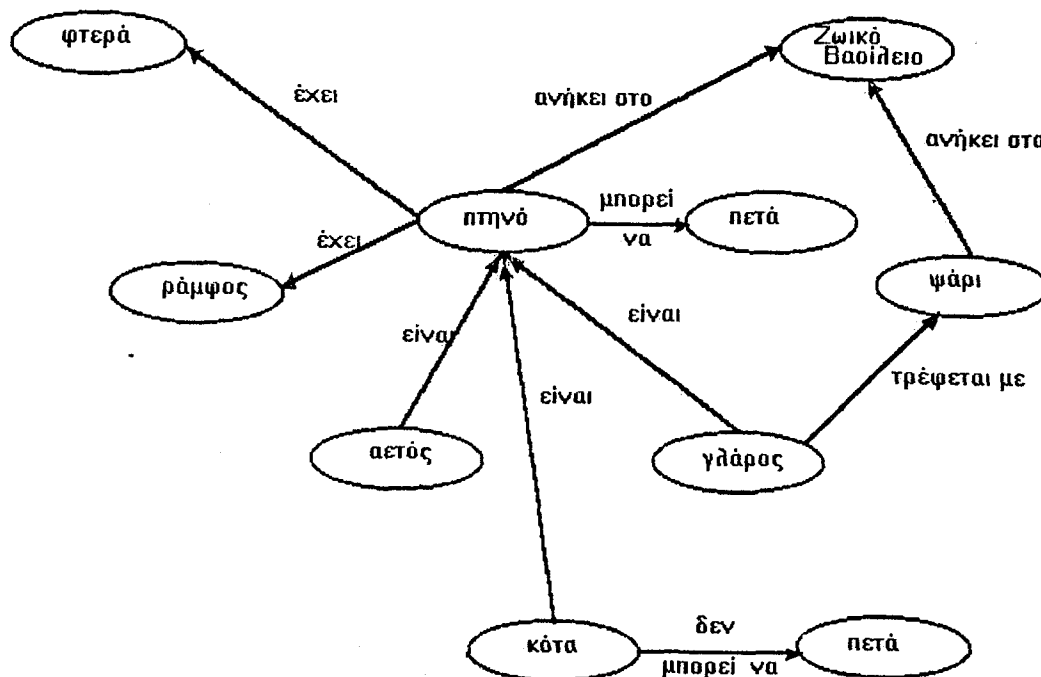
Ενώ το πρώτο σκέλος αφορά κάποια θεωρητικά μοντέλα που λειτουργούν άριστα στη θεωρία, το δεύτερο αφορά τεχνικές υλοποίησης και ονομάζεται εσωτερική αναπαράσταση της γνώσης. Ο Schank, (1987), θεωρεί ότι η αναπαράσταση της γνώσης και η εσωτερική αναπαράσταση είναι από τα

βασικότερα στοιχεία μιας εφαρμογής TN και πρέπει να αντιμετωπίζονται μαζί στο κτίσιμο ενός συστήματος TN.

Στο κεφάλαιο αυτό θα ασχοληθούμε με μερικά θεωρητικά μοντέλα αναπαράστασης της γνώσης. Ενώ στα κεφάλαια 6 και 8 προτείνεται μία εσωτερική αναπαράσταση της γνώσης όταν αυτή εκφράζεται με κανόνες.

3.2 ΣΗΜΑΣΙΟΛΟΓΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ (Semantic Networks)

Τα Σημασιολογικά Δίκτυα (ΣΔ) είναι ένας από τους παλαιότερους τρόπους αναπαράστασης της γνώσης. Αποτελούν ένα σύνολο από αντικείμενα που αντιστοιχούν στους κόμβους ενός δικτύου. Οι κόμβοι συνδέονται μεταξύ τους με συνδέσμους και έτσι αποτελούν δίκτυο. Στους κόμβους και στους συνδέσμους, αναγράφεται το αντικείμενο και το είδος σύνδεσης, αντίστοιχα (βλέπε σχήμα 3.1). Με τη σύνδεση δύο κόμβων ορίζεται και μία συσχέτιση μεταξύ αυτών.



Σχήμα 3.1 Σημασιολογικό Δίκτυο

Οι κόμβοι μπορεί να είναι :

- α. Αντικείμενα που είναι αντιληπτά από τον άνθρωπο με τις αισθήσεις του,
- β. Αντικείμενα που είναι έννοιες αφηρημένες ή μή,
- γ. Περιγραφικά στοιχεία αντικειμένων.

3.3 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ - ΙΔΙΟΤΗΤΑ - ΤΙΜΗ

Η τριάδα Αντικείμενο-Ιδιότητα-Τιμή (Α-Ι-Τ), αποτελεί ένα πολύ κοινό τρόπο αναπαράστασης της γνώσης που αφορά στην αναπαράσταση απλών στοιχειωδών γεγονότων και χρησιμοποιήθηκε στην αναπαράσταση γνώσης του γνωστού MYCIN. Η μέθοδος αυτή μπορεί να θεωρηθεί ως μία ειδική περίπτωση σημασιολογικού δικτύου όπου το αντικείμενο συνδέεται με την τιμή μέσω του τελεστή συσχέτισης (συνδέσμου). Ως αντικείμενο μπορεί να θεωρηθεί μία φυσική οντότητα ή μία έννοια. Η ιδιότητα είναι ένα χαρακτηριστικό που μπορεί να καθορίσει ποιοτικά ή ποσοτικά στοιχεία του αντικειμένου. Η τιμή είναι προσδιορίζει το αντικείμενο σε σχέση με την ιδιότητα που έχει ορισθεί.

Στη μέθοδο αυτή δίνεται η δυνατότητα χειρισμού της βεβαιότητας τόσο στην εισαγωγή των δεδομένων όσο και κατά την εξαγωγή των συμπερασμάτων. Επίσης, δίδεται η δυνατότητα εκχώρησης περισσότερων της μίας τιμών σε ένα αντικείμενο.

Παράδειγματα:

ο σκύλος *είναι* θηλαστικό

ο σκύλος *είναι* σαρκοφάγο ζώο

η κηλίδα *έχει σχήμα* κυκλικό

Οι λέξεις *ο σκύλος, η κηλίδα* είναι αντικείμενα

Οι λέξεις *είναι, έχει σχήμα* είναι ιδιότητες

Οι λέξεις *θηλαστικό, σαρκοφάγο ζώο, κυκλικό* είναι οι τιμές των αντιστοιχών αντικειμένων με βάση τις ιδιότητες που ορίστηκαν.

3.4 ΚΑΝΟΝΕΣ

Η αναπαράσταση της γνώσης με κανόνες αυτή χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά σε μοντέλα ψυχολογίας από τους Newell and Simon (1972) και αργότερα από τους Buchanan and Feigenbaum (1978). Είναι από τις πλέον διαδεδομένες μεθόδους αναπαράστασης της γνώσης λόγω της απλότητας και της διαφάνειας που παρουσιάζει στην παράσταση της γνώσης και χρησιμοποιείται για τη συσχέτιση απλών γεγονότων με μία απόφαση. Η αρχή των κανόνων βασίζεται στη συσχέτιση μίας ή περισσότερων συνθηκών με ένα ή περισσότερα αποτελέσματα-ενέργειες που ενεργοποιούνται ή θεωρούνται αληθή όταν όλες οι συνθήκες αληθεύουν. Η βασική μορφή είναι:

IF συνθήκη-1
 AND συνθήκη-2
 AND συνθήκη-3
 THEN αποτέλεσμα-1

Η δομή αυτή ερμηνεύεται ως εξής: Αν η συνθήκη-1 και η συνθήκη-2 και η συνθήκη-3 είναι αληθείς τότε είναι αληθές το αποτέλεσμα-1. Τα αποτέλεσμα-1 μπορεί να είναι ένα συμπέρασμα ή μία ενέργεια που πρέπει να γίνει.

π.χ.

IF το ορυκτό έχει ασθενές χρώμα
 AND ο τόνος του χρώματος είναι έντονος λευκός έως τεφρόλευκος
 AND ο πλεοχρωϊσμός είναι ισχυρός

AND η σκληρότητα *είναι* μικρή

AND το χρώμα ανισοτροπίας *είναι* ανοιχτό καστανοκίτρινο

THEN το ορυκτό πρέπει να *είναι* Γραφίτης

Μία συνθήκη μπορεί να είναι μία πρόταση που μπορεί να ελεγχθεί αν είναι αληθής ή ψευδής. Μπορεί δε να είναι:

- απλή πρόταση.

- μια τριάδα τύπου A-I-T.

Μία συνθήκη ενός κανόνα μπορεί, επίσης, να είναι συμπέρασμα ενός άλλου κανόνα.

Σε διάφορες υλοποιήσεις ΕΣ οι κατασκευαστές έχουν επεκτείνει τη βασική δομή του κανόνα προσθέτοντας περισσότερα από ένα αποτελέσματα, προσθέτοντας την δυνατότητα ELSE δηλ. ποια θα είναι τα αποτελέσματα-ενέργειες εάν δεν ισχύουν οι συνθήκες (βλέπε Insight2+, (1984)). Επίσης προσετέθηκε και η δυνατότητα σύνδεσης των συνθηκών και μέσω διάζευξης, και όχι μόνο σύζευξης (βλέπε Insight2+, (1984), XI3+, (1989)).

Η χρήση κανόνων παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με άλλες μεθόδους όπως:

- Σχετικά εύκολη κωδικοποίηση της γνώσης.

- Εύκολη τροποποίηση (προσθήκη-μεταβολή κανόνων) της ΒΓ.

- Εύκολο χειρισμό εξαγωγής συμπερασμάτων μέσα από αβεβαιότητα.

- Τμηματική (modular) δόμηση της βάσης γνώσης.

3.5 ΠΛΑΙΣΙΑ

Η τεχνική της αναπαράστασης της γνώσης με τη μέθοδο των πλαισίων θυμίζει τη δομή μιας λογικής εγγραφής (record). Ένα πλαίσιο περιέχει πληροφορίες που συνοδεύουν ένα αντικείμενο. Κάθε πληροφορία, που συνοδεύει το αντικείμενο, τοποθετείται σε μία υποδοχή (slot). Κάθε υποδοχή περιέχει τιμές ή δείκτες προς άλλα πλαίσια ή κανόνες ή ακόμη και κλασικές αλγοριθμικές διαδικασίες. Από τις διαδικασίες αντλούνται οι τιμές που αντιστοιχούνται στην πληροφορία που σχετίζεται με το αντικείμενο.

Ον.Πλαισίου	Υποδοχή	τιμή
Αρκούδα	Είναι	Θηλαστικό
	Εφυΐα	Υψηλή
	Χρώμα	ΑΝ είναι πολική λευκό αλλοιώως καφέ
	Βάρος	Διαδικασία προσδ. βάρους με (ηλικία, εποχή, γεωγραφική περιοχή)

Σχήμα 3.2 Παράδειγμα πλαισίου

Σημειώνουμε ότι με τα πλαίσια,

- μπορούμε να έχουμε μία περισσότερο ισχυρή αναπαράσταση από αυτήν που λαμβάνεται με την τριάδα Αντικείμενο-Ιδιότητα-Τιμή και,
- η προσέγγιση και αναπαράσταση της γνώσης γίνεται τόσο με διαδικασιακή μορφή (procedural) όσο και με δηλωτική μορφή (declarative).

3.6 ΣΕΝΑΡΙΑ

Τα σενάρια είναι μια ειδική μορφή πλαισίου που καθορίζει τη διαδοχή διαφόρων γεγονότων μέσα σε ένα σύνολο γεγονότων ή ένα σύνολο υποσυνόλων γεγονότων. Η παράσταση αυτή προτάθηκε για πρώτη φορά από τους Schank and Abelson (1977). Τα βασικά μέρη ενός σεναρίου είναι:

- Οι συνθήκες εισόδου,
- Το αποτέλεσμα μετά την πραγματοποίηση των γεγονότων του σεναρίου,
- Οι υποδοχές που λαμβάνουν μέρος στα συμπεράσματα του σεναρίου και μπορούν να προκύψουν ως συμπέρασμα ακόμη και αν δεν αναφέρονται ρητά,
- Οι ρόλοι των διαφόρων αντικειμένων που συμμετέχουν στο σενάριο,
- Η ειδική μορφή της γενικής πορείας που παριστάνεται με το σενάριο και οι *σκηνές* που είναι οι πραγματικές ακολουθίες των γεγονότων που λαμβάνουν χώρα.

Τα γεγονότα που λαμβάνουν μέρος σε ένα σενάριο αποτελούν μία γενική αλυσίδα αιτίων αποτελεσμάτων που χρησιμοποιείται για την εξαγωγή του συμπεράσματος και την απάντηση ερωτήσεων σχετικά με το σενάριο.

3.7 ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΓΕΓΟΝΟΤΩΝ ΚΑΙ ΣΧΕΣΕΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΛΟΓΙΚΗΣ

Η λογική χρησιμοποιείται για την αναπαράσταση γνώσης υπο μορφή απλών γεγονότων και σχέσεων όπως επίσης και στη διαδικασία συμπερασματολογίας μεταξύ αυτών. Από τους διάφορους τύπους λογικής μπορούμε να διακρίνουμε τον προτασιακό λογισμό και τον κατηγορικό λογισμό.

Προτασιακός λογισμός

Στον προτασιακό λογισμό τα γεγονότα εξετάζονται υπό μορφή απλών λογικών προτάσεων οι οποίες μπορούν να χαρακτηρισθούν ως αληθείς ή ψευδείς. Συσχέτιση και σύνδεση των γεγονότων μπορεί να γίνει με τη χρήση λογικών τελεστών (σύζευξης, διάζευξης, άρνησης, συνεπαγωγής). Οι παραγόμενες προτάσεις ονομάζονται σύνθετες.

Κατηγορικός λογισμός

Ο κατηγορικός λογισμός είναι επέκταση του προτασιακού λογισμού κάνοντας χρήση καθολικού και υπαρξιακού ποσοδείκτη. Εξετάζει αν μια πρόταση είναι αληθής ή ψευδής και εκφράζει μια συσχέτιση μεταξύ δύο ή περισσότερων οντοτήτων. Η μία οντότητα ονομάζεται κατηγορήμα και οι υπολοίπες παράμετροι ή αντικείμενα του κατηγορήματος.

Π.χ. η έκφραση:

ο καιρός είναι κρύος, μπορεί να εκφραστεί ως καιρός(κρύος), όπου η λέξη καιρός είναι το κατηγορήμα και η λέξη κρύος είναι η παράμετρος.

Εάν υπάρχουν περισσότεροι παράμετροι τότε αυτοί χωρίζονται με ένα κόμμα μέσα στην παρένθεση.

Π.χ. η έκφραση:

αυτοκίνητο μάρκας opel χρώματος λευκού, μπορεί να εκφραστεί ως αυτοκίνητο (opel, λευκό).

Οι γνωστοί λογικοί τελεστές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία σύνθετων κατηγορημάτων με σύνδεση δύο ή περισσότερων κατηγορημάτων. Ο κατηγορικός λογισμός στην γλώσσα Prolog είναι η θεμελιώδης μορφή παράστασης και συσχέτισης των γεγονότων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι μηχανισμοί εξαγωγής συμπερασμάτων εξαρτώνται πάντοτε από τη μέθοδο αναπαράστασης της γνώσης στα Εμπειρα Συστήματα. Στο μηχανισμό εξαγωγής συμπερασμάτων μπορούμε να διακρίνουμε δύο βασικά προβλήματα:

- α. Τον καθορισμό μιας μεθόδου με την οποία να αποφασίζει το σύστημα πώς θα γίνει η ανίχνευση της ΒΓ.
- β. Το σχεδιασμό του μηχανισμού εξαγωγής συμπερασμάτων για την επίλυση των διαφορών και αντιθέσεων που εμφανίζονται όταν εξετάζονται εναλλακτικές περιπτώσεις. Για παράδειγμα, το σύστημα μπορεί να φθάσει σε ένα σημείο όπου υπάρχουν πολλοί κανόνες που μπορούν να ενεργοποιηθούν. Η συμπερασματική μηχανή πρέπει να διαλέξει ποιόν από τους επόμενους κανόνες θα εκτελέσει πρώτον.

Όταν η ΒΓ στηρίζεται σε κανόνες τότε οι μηχανισμοί διακρίνονται σε δύο κατηγορίες της οπισθόδρομης αλυσίδας (backward chaining) και της ορθόδρομης αλυσίδας (forward chaining).

4.2 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΟΡΘΟΔΡΟΜΗΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ

Η μέθοδος αυτή λειτουργεί διαφορετικά από την προηγούμενη. Στην περίπτωση αυτή οι υποθέσεις εξετάζονται αν αληθεύουν ή όχι και τα συμπεράσματα προστίθενται στη λίστα των γεγονότων που είναι γνωστό ότι αληθεύουν και το σύστημα επανεξετάζει τους κανόνες.

Τα συστήματα ορθόδρομης αλυσίδας κάνουν σαφή διάκριση μεταξύ ΒΓ και περιοχής εργασίας στη μνήμη. Οι υποθέσεις των κανόνων της ΒΓ συγκρίνονται με τα περιεχόμενα της περιοχής αυτής και, εάν ο κανόνας επιβεβαιώνεται, τα συμπεράσματα τοποθετούνται στη περιοχή εργασίας.

4.3 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΟΠΙΣΘΟΔΡΟΜΗΣ ΑΛΥΣΙΔΑΣ

Στην περίπτωση αυτή ο μηχανισμός εξαγωγής συμπερασμάτων ξεκινά από τον βασικό στόχο-συμπέρασμα ενός κανόνα και προσπαθεί να τον επιβεβαιώσει ή να τον αποδείξει. Η προσπάθεια αυτή γίνεται με την ικανοποίηση κάθε συνθήκης του κανόνα. Ο μηχανισμός αυτός πλεονεκτεί έναντι αυτού της ορθόδρομης αλυσίδας δεδομένου ότι το σύστημα εστιάζεται μόνο σε κανόνες που σχετίζονται άμεσα με την λύση του συγκεκριμένου προβλήματος. Ο μηχανισμός αυτός ενδεικνύεται για διαγνωστικά ΕΣ δεδομένου ότι είναι πλήρως εναρμονισμένος με την διαδικασία της διάγνωσης.

4.4 ΕΞΑΓΩΓΗ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, ένα ΕΣ έχει την δυνατότητα να εκτελεί μία εργασία η οποία κανονικά θα έπρεπε να εκτελείται από ένα ειδικό. Σε μερικούς τομείς, όπως για παράδειγμα στην Ταξινόμηση Εδαφών (Κόλλια, 1988), όπου η ταξινόμηση γίνεται με βάση ποσοτικά στοιχεία και ιδιότητές τους, το συμπέρασμα μπορεί να εξαχθεί με σαφήνεια και ακρίβεια χρησιμοποιώντας μαθηματική λογική μέσω Αλγεβρας Boole. Σε άλλες περιπτώσεις όμως όπως είναι για παράδειγμα η διάγνωση ασθενειών στον άνθρωπο ή στα φυτά οι σχέσεις που συνδέουν τις συνθήκες με τα συμπεράσματα δεν είναι ακριβείς. Αυτό ισχύει είτε διότι δεν είναι πάντοτε σίγουρο ότι ο συνδυασμός των συνθηκών οδηγεί σε μία συγκεκριμένη ασθένεια, είτε επειδή ο ειδικός δεν μπορεί να αποφανθεί για την σαφήνεια, την ύπαρξη και τα επιμέρους

χαρακτηριστικά κάποιου συμπτώματος. Κάτω από αυτές τις προϋποθέσεις ο ειδικός εξαγάγει συμπεράσματα για τα οποία δεν είναι απόλυτα σίγουρος. Ένα ΕΣ που αντιμετωπίζει προβλήματα αυτού του είδους πρέπει να έχει τη δυνατότητα να συμπεραίνει κάτω από ασάφεια και με αβεβαιότητα.

4.4.1 Ασαφής Λογική

Ένας απλός τρόπος χειρισμού της αβεβαιότητας είναι με την ασαφή λογική. Στη μαθηματική λογική ισχύει το ψευδές ή αληθές $\{0,1\}$, στην ασαφή λογική υπάρχουν και ενδιάμεσες τιμές, οι συντελεστές βεβαιότητας. Στην ασαφή λογική ισχύουν οι πράξεις της μαθηματικής λογικής αλλά με τις εξής διαφορές.

Αν P Q δύο προτάσεις και $C(P)$, $C(Q)$ οι αντίστοιχοι συντελεστές βεβαιότητας τότε ισχύει:

$$C(P \text{ and } Q) = \min\{C(p), C(q)\}$$

$$C(P \text{ or } Q) = \max\{C(p), C(q)\}$$

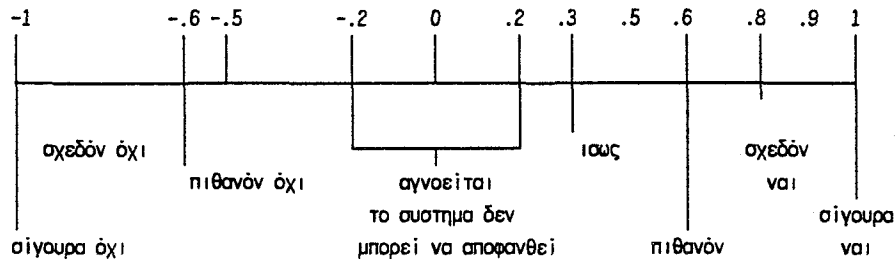
$$C(\text{not } p) = 1 - C(p)$$

4.4.2 Χειρισμός αβεβαιότητας στο MYCIN

Οι συντελεστές βεβαιότητας (ΣΒ) ορίσθηκαν από τον Shortliffe (1976) για χρήση στο MYCIN. Οι συντελεστές βεβαιότητας εκφράζουν

- τη βεβαιότητα με την οποία ο χρήστης επιβεβαιώνει μία ερώτηση (γεγονός) του συστήματος,
- τη βεβαιότητα με την οποία το σύστημα έφθασε σε συμπέρασμα με βάση τις απαντήσεις του χρήστη και
- τη βεβαιότητα της αλήθειας ενός συμπεράσματος ενός κανόνα όταν κάθε συνθήκη είναι σίγουρα αληθής.

Οι τιμές του συντελεστή βεβαιότητας ενός γεγονότος ευρίσκονται μεταξύ -1 και 1 σχήμα 4.1.



Σχήμα 4.1 Συντελεστές βεβαιότητας γεγονότος στο MYCIN.

Εστω ο κανόνας

```

if συνθήκη-1
and συνθήκη-2
and συνθήκη-3
then συμπέρασμα
  
```

Εστω ακόμη ότι το συμπέρασμα θα είναι αληθές κατά 80% (0.8) όταν όλες οι συνθήκες είναι αληθείς. Εάν οι επιβεβαιώσεις των συνθηκών από τον χρήστη γίνονται με βεβαιότητα 0.8, 0.4, 0.5 τότε εκλαμβάνεται ως συντελεστής βεβαιότητας των συνθηκών ο ακόλουθος:

$$\max(0, \min(0.8, 0.4, 0.5)) = 0.4$$

Τότε το συμπέρασμα έχει βεβαιότητα $0.8 * 0.4 = 0.32$

Ας υποθέσουμε ακόμη ότι υπάρχει και άλλος ένας κανόνας που οδηγεί στο ίδιο συμπέρασμα με βεβαιότητα 0.7. Τότε το MYCIN προσπαθεί να βγάλει τον τελικό ΣΒ για το συγκεκριμένο συμπέρασμα ως εξής. Αν $\Sigma B1 = 0.32$ και $\Sigma B2 = 0.7$ τότε:

$$\Sigma B12 = \begin{cases} \Sigma B1 + \Sigma B2 * (1 - |\Sigma B1|) & \text{όταν } \Sigma B1 * \Sigma B2 > 0 \\ \frac{\Sigma B1 + \Sigma B2}{1 - \min(|\Sigma B1|, |\Sigma B2|)} & \text{όταν } \Sigma B1 * \Sigma B2 < 0 \end{cases}$$

Συμφωνα με την παραπάνω σχέση ο συντελεστής βεβαιότητας του συμπεράσματος είναι:

$0.32 + 0.7(1 - 0.32) = 0.32 + 0.7 * 0.68 = 0.32 + 0.476 = 0.796$ δηλ ή βεβαιότητα να ισχύει το γεγονός αυξάνει και είναι μεγαλύτερη από τη βεβαιότητα ενός κανόνα ξεχωριστά.

4.4.3 Θεωρία της μαρτυρίας των DEMPSTER-SHAFFER

Εστω ένα συμπέρασμα Σ και n το πλήθος κανόνες K_1, K_2, \dots, K_n που ενεργοποιούμενοι καταλήγουν σε αυτό. Εστω ότι $K_1(\Sigma), K_2(\Sigma), \dots, K_n(\Sigma)$ είναι οι n συντελεστές που δηλώνουν το ποσοστό αλήθειας του συμπεράσματος με βάση τις συνθήκες των αντιστοιχών κανόνων. Οι συντελεστές αυτοί ονομάζονται **Βασικές Πιθανότητες Αντιστοίχισης (ΒΠΑ)**. Θα αναφερθούμε στη θεωρία DEMPSTER-SHAFFER, μέσα από ένα παράδειγμα δύο κανόνων του αυτού συμπεράσματος Σ .

Ας θεωρήσουμε δύο κανόνες K_1, K_2 με τιμές $K_1(\Sigma) = 0.8$ και $K_2(\Sigma) = 0.9$. Εξετάζουμε το σύνολο όλων των πιθανών περιπτώσεων του συμπεράσματος. Εστω ότι είναι $S = \{\Sigma, -\Sigma\}$ δηλαδή είτε ισχύει είτε δεν ισχύει το συμπέρασμα αυτό. Εστω $D(S)$ το σύνολο των υποσυνόλων του S που δεν περιέχει το κενό σύνολο $D(S) = \{\{\Sigma\}, \{-\Sigma\}, \{\Sigma, -\Sigma\}\}$. Σύμφωνα με την θεωρία αυτή σε κάθε στοιχείο του $D(S)$ αντιστοιχίζεται μία ΒΠΑ με το περιορισμό ότι το άθροισμα τους ισούται με τη μονάδα. Η θεωρία των DEMPSTER-SHAFFER αντιστοιχίζει σε κάθε στοιχείο του παραπάνω συνόλου μία ΒΠΑ με την προϋπόθεση το άθροισμα τους να ισούται με τη μονάδα, δηλαδή,

$$K_1(\{\Sigma\}) + K_1(\{-\Sigma\}) + K_1(\{\Sigma, -\Sigma\}) = 1.$$

Η διαφορά από την κλασική θεωρία των πιθανοτήτων είναι ότι οι τιμές ΒΠΑ, δίδονται σε κάθε στοιχείο του συνόλου χωρίς να ισχύει ότι $P(a) = 1 - P(\text{not } a)$. Δηλαδή μπορούν να δοθούν τιμές όπως,

$$K1(\{\Sigma\})=0.8,$$

$$K1(\{-\Sigma\})=0,$$

$$K1(\{\Sigma,-\Sigma\})=0.2.$$

Η θεωρία ορίζει δύο συναρτήσεις, τη **συνάρτηση εμπιστοσύνης** (belief function) και τη **συνάρτηση ευλογοφάνειας** (plausibility function) που ορίζονται ως εξής:

Εάν x στοιχείο του $D(S)$ τότε

$$\text{Bel}(x) = \sum K(b)$$

για κάθε b που είναι υποσύνολο του x ,

$$\text{Plaus}(x) = 1 - \text{bel}(x).$$

Οι δύο αυτές τιμές που ορίζονται για κάθε στοιχείο του S ορίζουν ένα διάστημα εμπιστοσύνης $[\text{Bel}(x), \text{Plaus}(x)]$. Η διαφορά $\text{plaus}(x) - \text{bel}(x)$ δηλώνει το μέγεθος της αβεβαιότητας για την αλήθεια ή όχι ενός συμπεράσματος. Ετσι, για ένα διάστημα $[1,1]$ υπάρχει πλήρης αβεβαιότητα ενώ, για ένα διάστημα $[0,1]$, υπάρχει πλήρης βεβαιότητα.

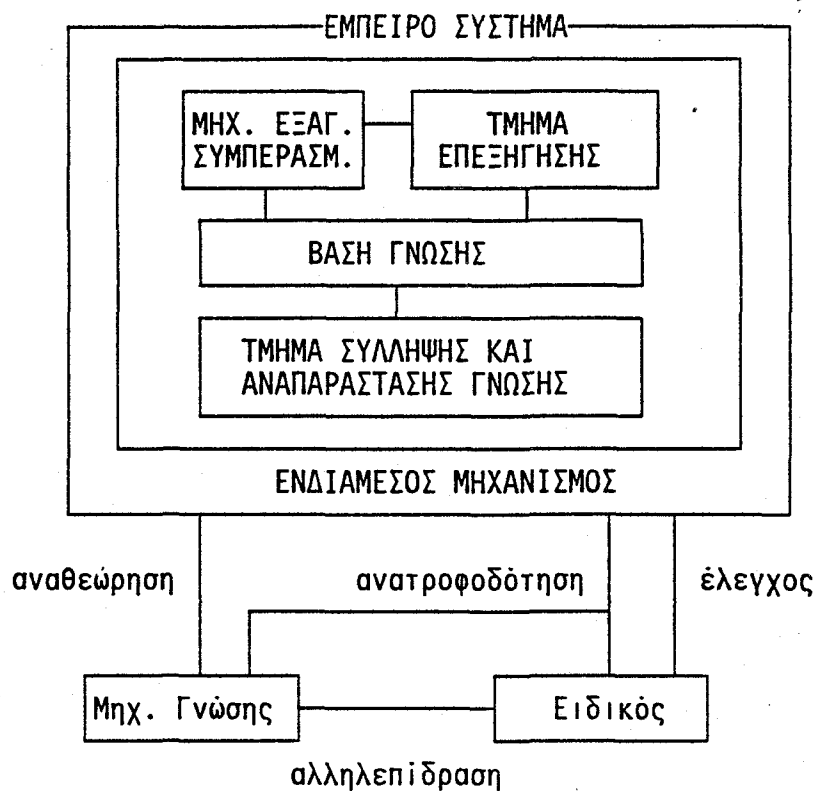
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΜΠΕΙΡΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η διαδικασία ανάπτυξης ενός ΕΣ καλείται συχνά και ως *Μηχανική της Γνώσης (Knowledge Engineering)* (βλέπε Jackson (1990)), ή *Εφαρμοσμένη Τεχνητή Νοημοσύνη* (βλέπε Feigenbaum (1977)). Η πρώτη ονομασία προφανώς δόθηκε σε αντιδιαστολή της κλασικής ονομασίας *Τεχνολογία του Λογισμικού (Software Engineering)* που αφορά συστήματα και εφαρμογές της κλασικής επεξεργασίας δεδομένων. Ταυτόχρονα, σε αντιδιαστολή προς την ειδικότητα του *Αναλυτού Συστημάτων της Μηχανικής Λογισμικού*, αναπτύχθηκε η ειδικότητα του *Μηχανικού της Γνώσης (ΜΓ), (Knowledge Engineer)*.

Η ανάπτυξη ενός ΕΣ απαιτεί μία αρκετά μεγάλη προσπάθεια και συνεργασία επιστημόνων που ανήκουν σε δύο διαφορετικούς επιστημονικούς χώρους. Ο ένας είναι της ΤΝ και ειδικότερα των ΕΣ και ο δεύτερος αφορά στο γνωστικό αντικείμενο το οποίο εξετάζεται. Το μερίδιο της ευθύνης βαρύνει, κατά κύριο λόγο τον ειδικό στα ΕΣ, το *Μηχανικό της Γνώσης*. Αυτός είναι υπεύθυνος για την εκμείωση της εμπειρίας και της γνώσης από τον ειδικό του αντίστοιχου γνωστικού χώρου και τη σωστή αναπαράστασή της στον υπολογιστή. Ο ειδικός, από την άλλη πλευρά, έχει την υποχρέωση να δίδει σωστά δεδομένα και να περιγράφει το αντικείμενό του με όσο το δυνατόν απλό τρόπο χωρίς όμως αυτό να έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια της ουσίας. Ο ειδικός έχει την υποχρέωση και την ευθύνη του ελέγχου κατά την διάρκεια της ανάπτυξης και των επεμβάσεων για ενδεχόμενες βελτιώσεις ή διορθώσεις. Επίσης, έχει και τον τελευταίο λόγο στην αποδοχή ή την απόρριψη του τελικού προϊόντος. Η αλληλεπίδραση μηχανικού γνώσης, του ειδικού και του πακέτου ανάπτυξης ΕΣ φαίνεται στο σχήμα 5.1.



Σχήμα 5.1 Σχηματική παρουσίαση της διαδικασίας ανάπτυξης ΕΣ

Ειδικότερα, η Μηχανική της Γνώσης στα ΕΣ περιλαμβάνει τις παρακάτω φάσεις:

α. Προκαταρκτικές εργασίες

- καθορισμός γνωστικού αντικειμένου,
- εύρεση του ειδικού ή της ομάδας ειδικών,
- καθορισμός και επιλογή μέσων ανάπτυξης.

β. Διαδικασία σύλληψης ταξινόμησης και δόμησης της γνώσης

- συνεντεύξεις με τον ειδικό,
- μελέτη εγχειριδίων, βιβλίων κλπ. σχετικά με το γνωστικό αντικείμενο,
- ανάλυση δεδομένων,
- καθορισμός των στόχων και τελικών συμπερασμάτων του συστήματος,

- επιλογή των στρατηγικών ελέγχου και συμπερασματολογίας,
- επιλογή μεθόδου αναπαράστασης της γνώσης.

Διαδικασία υλοποίησης

- ανάπτυξη ενός πρωτότυπου μοντέλου (prototyping),
- έλεγχος και διορθώσεις,
- επέκταση του μοντέλου,
- τελικός έλεγχος.

5.2 ΜΕΣΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΕΣ

Η ανάπτυξη ΕΣ μπορεί να γίνει με διαφορετικού είδους μέσα, όπως με γλώσσες προγραμματισμού ή με ειδικά πακέτα λογισμικού.

Οι γλώσσες προγραμματισμού υψηλού επιπέδου διακρίνονται στις:

α. Κλασικές αλγοριθμικές γλώσσες.

FORTRAN, PASCAL, C, C++ ,

β. Γλώσσες προγραμματισμού ΤΝ.

LISP, PROLOG, SNOBOL.

Τα ειδικά πακέτα λογισμικού (φλοιοί) ανάπτυξης ΕΣ:

KEE, KES, Xi3+, EXSYS, INSIGHT.

Η ανάπτυξη ΕΣ με κλασικές αλγοριθμικές γλώσσες παρουσιάζει το πλεονέκτημα της ευελιξίας των γλωσσών αυτών για πολλές χρήσεις και δυνατότητα σύνδεσης του ΕΣ με υπάρχοντα κλασικά πληροφοριακά συστήματα και εφαρμογές. Έχει όμως το μειονέκτημα ότι απαιτεί άριστη γνώση του προγραμματισμού στη συγκεκριμένη γλώσσα. Αυτό είναι απαραίτητο δεδομένου ότι θα χρειαστεί να

σχεδιαστούν και να υλοποιηθούν τεχνικές και μεθοδολογίες της ΤΝ και των ΕΣ ειδικότερα.

Η ανάπτυξη ΕΣ με γλώσσες ΤΝ παρουσιάζει το πλεονέκτημα της ευκολίας υλοποίησης εφαρμογών ΤΝ. Παρουσιάζει όμως το μειονέκτημα της απαίτησης εξειδικεύσεως στη χρήση των γλωσσών αυτών. Εξάλλου οι δυνατότητες των γλωσσών αυτών, για συνεργασία με υπάρχοντα κλασικά συστήματα, συνήθως είναι πολύ μικρή.

Η ανάπτυξη ΕΣ με ειδικά πακέτα παρουσιάζει το πλεονέκτημα ότι ο Μηχανικός της Γνώσης έχει στη διάθεσή του ένα ολοκληρωμένο σύστημα λογισμικού για την ανάπτυξη και τη συντήρηση ΕΣ. Η ευελιξία τους και οι δυνατότητες τους ποικίλουν κατά περίπτωση. Υπάρχουν πακέτα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ακόμη και από άτομα με μικρή εμπειρία στην Πληροφορική και ειδικότερα στα ΕΣ. Διακρίνονται για τη δυνατότητα της ταχείας ανάπτυξης ΕΣ.

5.3 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΣΥΛΛΗΨΗΣ ΤΗΣ ΓΝΩΣΗΣ

Ο όρος Σύλληψη της Γνώσης (ΣΓ) (Knowledge Acquisition) δεν είναι κοινά αποδεκτός ως έννοια. Ως ΣΓ μπορεί να θεωρηθεί η διαδικασία δόμησης του γνωστικού μέρους ενός ΕΣ, της ΒΓ. Αναλυτικότερα ο όρος αυτό περιέχει τη διαδικασία εκμείευσης της γνώσης από τον ειδικό, την οργάνωση, την κωδικοποίηση και τον έλεγχο της γνώσης.

Ο Buchanan (1983) καθόρισε ως ΣΓ τη μεταφορά και μετατροπή ενός δυναμικού χώρου επίλυσης προβλήματος από κάποιες πηγές γνώσης σε ένα πρόγραμμα.

Πιο αναλυτικά η ΣΓ, είναι η διαδικασία εξαγωγής της γνώσης (από τον ειδικό, από βιβλία, κλπ) έτσι ώστε να μπορεί να είναι επεξεργάσιμη από ένα πρόγραμμα. Η διαδικασία έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη μεθοδολογιών, τεχνικών όπως επίσης τη δημιουργία και χρήση εργαλείων για την επίτευξη του σκοπού αυτού.

Η σύλληψη της γνώσης από τον μηχανικό της γνώσης σε ένα γνωστικό αντικείμενο μπορεί να γίνει με :

- παρατήρηση του ειδικού κατά τη διάρκεια της επίλυσης του προβλήματός του,
- ερωτήσεις που υποβάλει στον ειδικό στη διάρκεια συνεντεύξεων,
- μελέτη εγχειριδίων και βιβλίων σχετικά με το πρόβλημα.

Ο Μηχανικός της Γνώσης μέσω της διαδικασίας σύλληψης της γνώσης, προσπαθεί να εντοπίσει:

- τι πρέπει να γνωρίζει ο ειδικός όταν αρχίζει να αντιμετωπίζει ένα πρόβλημα,
- ποια γεγονότα και υποθέσεις προσπαθεί να επιβεβαιώσει,
- πώς προσπαθεί να τα επιβεβαιώσει,
- ποιοι παράγοντες επηρεάζουν τη διαδικασία του συλλογισμού του,
- πώς προσπαθεί να μειώσει το πλήθος των περιπτώσεων που επεξεργάζεται.

Δυσκολίες στη διαδικασία σύλληψης γνώσης

Η διαδικασία σύλληψης της γνώσης είναι από τις πλέον επίπονες και χρονοβόρες διαδικασίες στην ανάπτυξη των ΕΣ. Τα κυριότερα αίτια είναι:

- ο ειδικός δεν είναι εύκολα προσπελάσιμος,
- ο ειδικός δεν βρίσκει ενδιαφέρον ή έχει επιφυλάξεις στη δομή του συγκεκριμένου ΕΣ,

- υπάρχει έλλειψη επικοινωνίας μεταξύ ΜΓ και ειδικού. Ο ένας δεν μπορεί να καταλάβει τον άλλο. Ειδικά ο Μηχανικός της Γνώσης έχει την υποχρέωση να αντιληφθεί το τρόπο σκέψης και ενέργειας του ειδικού,
- ο ειδικός δεν μπορεί να καθορίσει επαρκώς το γνωστικό του επίπεδο, διότι θεωρεί ορισμένα θέματα προφανή και οι απαντήσεις του είτε είναι ασαφείς (για τον ΜΓ) είτε ερμηνεύονται λανθασμένα από τον Μηχανικό της Γνώσης,
- οι συνεχείς αναθεωρήσεις των προλεχθέντων από τον ειδικό κατά τη διάρκεια ανάπτυξης του ΕΣ,
- η δυσκολία στον καθορισμό της βεβαιότητας ενός γεγονότος και την βαρύτητα αυτού στη διαδικασία λήψης απόφασης.

5.4 ΕΜΠΕΙΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΒΑΣΕΙΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Η συνεργασία μεταξύ Βάσεων Δεδομένων και Εμπειρών Συστημάτων είχε ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη ενός νέου ερευνητικού κλάδου στην Πληροφορική τα **Εμπειρα Συστήματα Βάσεων Δεδομένων (ΕΣΒΔ)**. Τα αποτελέσματα της έρευνας στον κλάδο αυτό αξιοποιήθηκαν και, την τελευταία δεκαετία, εμφανίζονται πολλά παραδείγματα συνεργασίας ΕΣ και ΒΔ (βλέπε Beynon-Davies (1991)). Επίσης, μία νέα υλοποίηση ενός ΕΣΒΔ δίδεται στο κεφάλαιο 11 της παρούσης διατριβής.

Τα ΕΣΒΔ διακρίνονται σε διάφορες κατηγορίες. Η πλέον βασική είναι αυτή που αναφέρεται στον τρόπο ιεράρχησης των δύο βασικών τμημάτων των ΕΣΒΔ, δηλαδή του ΕΣ και της ΒΔ (βλέπε Jarke and Vassiliou (1984a), (1984b)). Στην κατηγορία αυτή διακρίνουμε τις εξής περιπτώσεις:

- a. *Ενσωμάτωση ενός ΕΣ σε ένα Συστημα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων (ΣΔΒΔ)*

Στην περίπτωση αυτή το ΕΣ λειτουργεί κάτω από τις γενικό έλεγχο του ΣΔΒΔ. Η μέθοδος αυτή έχει σκοπό την βελτίωση του ΣΔΒΔ ενσωματώνοντας σ'αυτό μια ενότητα που του προσθέτει δυνατότητες εξαγωγής συμπερασμάτων.

β. Ενσωμάτωση ενός ΣΔΒΔ σε ένα Εμπειρο Σύστημα

Στα συστήματα αυτά το ΣΔΒΔ ενεργεί κάτω από τις διαταγές του ΕΣ. Η μέθοδος αυτή έχει σκοπό την βελτίωση του ΕΣ ενσωματώνοντας σ'αυτό μια ενότητα ώστε να έχει δυνατότητες ανάκλησης στοιχείων που βρίσκονται σε Βάση Δεδομένων.

γ. Ισότιμη συνεργασία μεταξύ ΕΣ και ΣΔΒΔ.

Στην περίπτωση αυτή, τα δύο συστήματα είναι ανεξάρτητα, επικοινωνούν και συνεργάζονται με ένα δίαυλο αμφίδρομης ροής δεδομένων. Αυτό δίνει τη δυνατότητα σε κάθε σύστημα να λειτουργεί με τους δικούς του χρήστες, εντελώς ανεξάρτητα. Το πρόβλημα σ' αυτή τη περίπτωση είναι το ποίο έχει τον γενικό έλεγχο.

Από τις ανωτέρω περιπτώσεις ΕΣΒΔ οι (α) και (β) μπορούν να αναλυθούν σε επιμέρους ομάδες. Ειδικότερα, η περίπτωση (α) περιλαμβάνει:

- Την ενσωμάτωση στο ΣΔΒΔ επαγωγικού μηχανισμού που ενεργεί ως επιπλέον εσωτερική λειτουργία στη διαδικασία χειρισμού μιας Βάσης Δεδομένων.
- Την ύπαρξη ενός ιδιαίτερου μηχανισμού που σκοπό έχει την επεξεργασία των ερωτήσεων (queries) που υποβάλλει ο χρήστης άμεσα ή έμμεσα (μέσω προγραμμάτων) στο ΣΔΒΔ. Στην περίπτωση αυτή ο επαγωγικός μηχανισμός δρα ως ένας ενδιάμεσος μηχανισμός φιλτραρίσματος των στοιχείων

εισόδου, ενώ την ευθύνη, για την έξοδο των αποτελεσμάτων στο χρήστη, την έχει το ΣΔΒΔ.

- Την ύπαρξη ενός ιδιαίτερου μηχανισμού που σκοπό έχει την επεξεργασία των ερωτήσεων (queries) που υποβάλλει ο χρήστης άμεσα ή έμμεσα (μέσω προγραμμάτων) στο ΣΔΒΔ. Στην περίπτωση αυτή ο επαγωγικός μηχανισμός ενεργεί ως ένας ενδιάμεσος μηχανισμός μεταξύ χρήστη και ΣΔΒΔ, φιλτράρει τα δεδομένα εισόδου και τροφοδοτεί το ΣΔΒΔ. Το ΣΔΒΔ επιστρέφει τα αποτελέσματα στον επαγωγικό μηχανισμό ο οποίος, με τη σειρά του, τα ελέγχει και τα παρουσιάζει στο χρήστη.

Η περίπτωση (β) περιλαμβάνει:

- Τα ΕΣ με δυνατότητα χειρισμού ειδικών αρχείων για εσωτερική χρήση (πχ αρχεία για Prolog).

- Τη δυνατότητα εξωτερικής σύνδεσης-σύζευξης του ΕΣ με υπάρχοντα ΣΔΒΔ τα οποία μπορεί να λειτουργούν ανεξάρτητα από το ΕΣ. Στην περίπτωση αυτή ο μηχανισμός εξαγωγής συμπερασμάτων έχει δυνατότητες προσπέλασης προς τα ΣΔΒΔ. Διακρίνουμε τρεις επιμέρους κατηγορίες ανάλογα με τον τρόπο σύζευξης.

- Χαλαρής σύζευξης, όπου το ΕΣ φορτώνει τα δεδομένα από τη ΒΔ πριν από την εκτέλεση της διαδικασίας εύρεσης συμπεράσματος.

- Στενής σύζευξης, όπου το ΕΣ φορτώνει τα δεδομένα από τη ΒΔ όταν χρειαστούν κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης της διαδικασίας εύρεσης συμπεράσματος.

- Ισχυρής σύζευξης, όπου το ΕΣ έχει βεβαίως άμεση προσπέλαση στα δεδομένα της ΒΔ αλλά επιπλέον έχει τη δυνατότητα ανάγνωσης και εγγραφής σε αυτήν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΓΝΩΣΗΣ

6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ένα από τα πλέον σημαντικά σημεία στο σχεδιασμό ενός περιβάλλοντος ανάπτυξης Εμπειρών Συστημάτων είναι η μέθοδος εσωτερικής αναπαράστασης της γνώσης και της λογικής του χειρισμού της. Η σωστή επιλογή επιτρέπει αφενός την αποτελεσματική και γρήγορη υλοποίηση της αιτιολόγησης και επεξήγησης και, αφετέρου, καθιστά τη συνομιλία χρήστη-μηχανής σαφή και εμπειριστατωμένη.

Το πρόβλημα της εσωτερικής αναπαράστασης της γνώσης δεν είναι λυμένο. Αντιμετωπίζεται με διαφορετικούς τρόπους κάθε φορά και συνήθως δεν δημοσιεύονται ή δεν είναι σαφής ο τρόπος εσωτερικής αναπαράστασης. Για παράδειγμα το σύστημα TEXPERT (βλέπε Hodi et al, 1986) αναφέρεται ότι ως εσωτερική αναπαράσταση χρησιμοποιεί μία συμπιεσμένη μορφή κειμένου χωρίς επιπλέον επεξηγήσεις.

Στα συστήματα CAT και MEDCAT (βλέπε Hagamen and Gardy, 1986) χρησιμοποιείται μία *αριθμητική μέθοδος*, όπως την αναφέρουν, που χρησιμοποιεί πίνακες στους οποίους συσχετίζονται αίτια και αποτελέσματα μέσω μιας τιμής που ισχυροποιεί, εξασθενεί ή αποκλείει τη συσχέτιση αυτή. Η συσχέτιση αυτή γίνεται με αριθμούς ενώ τα λεκτικά των αιτίων και αποτελεσμάτων είναι καταχωρημένα σε άλλους πίνακες. Με το τρόπο αυτό υπάρχει μια μεγάλη επανάληψη δεδομένων μια και όλα τα αίτια (συνθήκες πρέπει να συνδεθούν με όλα τα αποτελέσματα (συμπεράσματα).

Τα συστήματα που χρησιμοποιούν την Prolog (βλέπε Παναγιωτόπουλο, (1988), MIKE, (1990)) ως μέσο υλοποίησης έχουν τα πλεονεκτήματα των δυνατοτήτων της γλώσσας αυτής. Από την άλλη πλευρά όμως, έχουν ταυτόχρονα το μειονέκτημα της διαρκούς μετάφρασης σε περιβάλλον διερμηνέα (interpreter) προβλήματα χωρητικότητας, με επανάληψη δεδομένων σε διαφορετικούς καταλόγους (λίστες). Μερικά συστήματα (MIKE, 1990) υστερούν σε φυσική αναπαράσταση της ΒΓ.

Η γνώση ενός γνωστικού αντικείμενου μπορεί να αναλυθεί σε δύο βασικές κατηγορίες, τη γνώση απλών γεγονότων και τη γνώση για των συσχετίσεων που συνδέουν τα γεγονότα αυτά. Οι συσχετίσεις μεταξύ των διαφόρων γεγονότων, με τις διάφορες τιμές που αυτά παίρνουν, μας οδηγούν σε κάποια συμπεράσματα. Το σύνολο των γεγονότων και οι συσχετίσεις τους με άλλα γεγονότα, που οδηγούν στο ίδιο συμπέρασμα, δημιουργούν ένα κανόνα.

Η δομή του κανόνα της Βάσης Γνώσης (ΒΓ) είναι της μορφής:

```

RULE  όνομα κανόνα
IF    συνθήκη-1
AND/OR συνθήκη-2
.....
.....
AND/OR συνθήκη-ν
THEN  συμπέρασμα-1
AND   συμπέρασμα-2
...
AND   συμπέρασμα-ν

```

Το συντακτικό του κανόνα σε Extended Backus Naur Form (EBNF) είναι:

```

<κανόνας> ::= <ταυτότητα> <κορμός κανόνα>
<ταυτότητα> ::= 'RULE' <όνομα κανόνα>
<κορμός κανόνα> ::= 'IF' <συνθήκη> <σύνδεσμος> 'THEN' <συμπέρασμα>
<σύνδεσμος> ::= ('AND' | 'OR')
<συνθήκη> ::= (<αντικείμενο> <ιδιότητα> <τιμή> | <απλή πρόταση>)
<ιδιότητα> ::= ('IS' | 'IS NOT' | <σχεσιακός τελεστής> | ':=' )

```

<σχεσιακός τελεστής ::= ('=' | '>' | '<' | '>=' | '<=' | '<>')

<τιμή> ::= (<σταθερά> | 'OR' <σταθερά>)

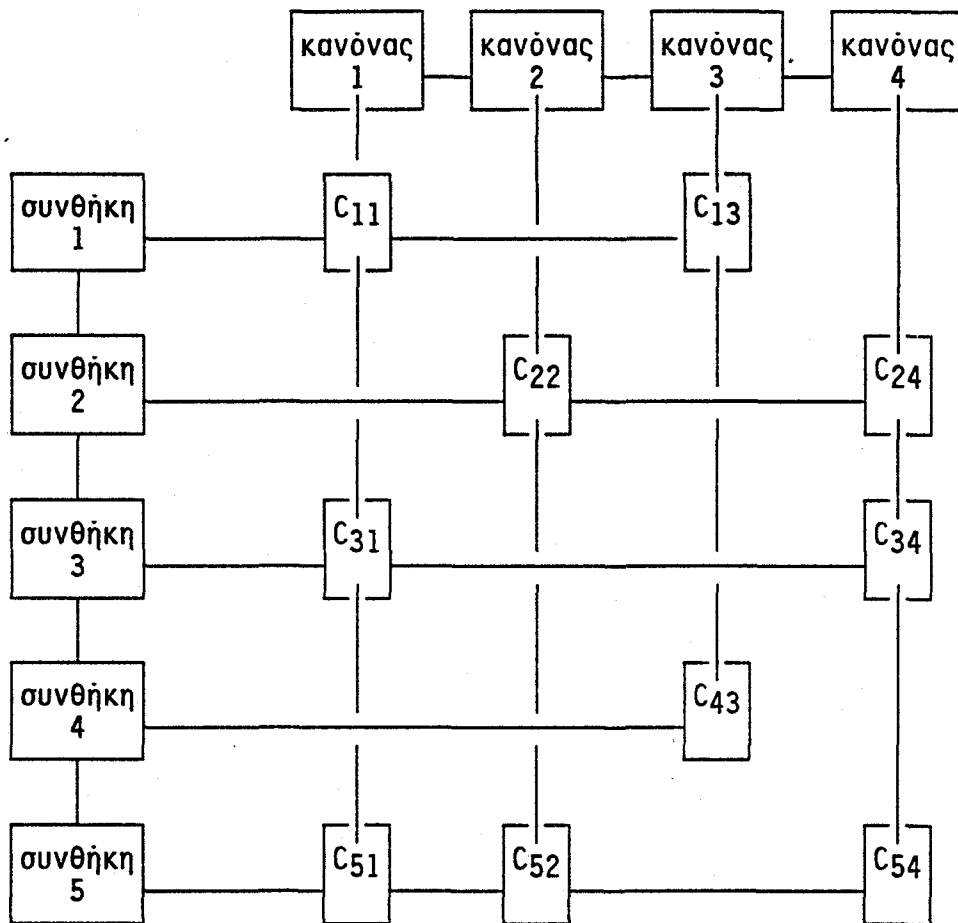
<συμπέρασμα> ::= (<αντικείμενο> <ιδιότητα> <τιμή> | <απλή πρόταση> | 'AND' <συμπέρασμα>)

Ο συμβολισμός ::= δηλώνει εκχώρηση της τιμής στο αντικείμενο και αφορά αριθμητικές ή αλφαριθμητικές πράξεις. Η έκφραση *απλή πρόταση* δηλώνει μια συνθήκη η οποία ελέγχεται αν είναι αληθής ή ψευδής και δεν ανήκει στην κατηγορία Αντικείμενο-Ιδιότητα-Τιμή.

6.2 ΧΡΗΣΗ ΔΟΜΗΣ ΑΡΑΙΟΥ ΠΙΝΑΚΑ ΓΙΑ ΤΗ ΔΟΜΗΣΗ ΤΗΣ ΒΑΣΗΣ ΓΝΩΣΗΣ

Στην παράγραφο αυτή προτείνεται μία μέθοδος εσωτερικής αναπαράστασης της γνώσης η οποία στηρίζεται στην αρχή αποθήκευσης των στοιχείων ενός αραιού πίνακα με τη χρήση πολλαπλά συνδεδεμένων καταλόγων. Η μέθοδος αυτή υλοποιήθηκε και δοκιμάστηκε με τη δημιουργία ενός βασικού φλοιού ανάπτυξης ΕΣ. Η ΒΓ μπορεί να γραφεί σε μορφή κειμένου με χρήση ενός απλού εκδότη ή επεξεργαστή κειμένου με την προϋπόθεση ότι το κείμενο είναι γραμμένο σε ASCII μορφή. Με τον τρόπο αυτό, ο εφαρμοσμένος επιστήμονας του φυσικού προβλήματος έχει την ευχέρεια να αναπτύξει ένα ΕΣ χωρίς να διαθέτει ειδικές γνώσεις σε θέματα επεξεργασίας πληροφοριών και ιδιαίτερα των ΕΣ.

Όπως προαναφέρθηκε, η επιλογή της μεθόδου εσωτερικής αναπαράστασης της γνώσης και της λογικής ίσως να είναι η σπουδαιότερη απόφαση στο σχεδιασμό ενός ΕΣ (βλέπε Hungamen and Gardy (1986)). Η απόφαση αυτή λαμβάνεται προκειμένου να προχωρήσουμε στην υλοποίηση των μεθόδων εξαγωγής συμπερασμάτων και επεξήγησης. Παρακάτω περιγράφεται η αρχή της εσωτερικής αναπαράστασης της ΒΓ.



Σχήμα 6.1 Γραφική αναπαράσταση της Βάσης Γνώσης
(Κανόνες-γεγονότα-συνθήκες)

Θεωρούμε μία γραφική αναπαράσταση μιας ΒΓ σε μορφή πίνακα αποφάσεων (ΠΑ). Στον πίνακα αυτό αντιστοιχούμε στις στήλες τα συμπεράσματα και στις γραμμές τις συνθήκες. Σε μία ΒΓ με n κανόνες και m συνθήκες έχουμε ένα πίνακα με $m \times n$ στοιχεία (διατεταγμένα ζεύγη) ένα υποσύνολο των οποίων απαρτίζει τους κανόνες. Η αποθήκευση του υποσυνόλου αυτού -των στοιχείων του πίνακα- θυμίζει δομή αποθήκευσης **αραιού** πίνακα όπου μόνο τα σημαντικά διατεταγμένα ζεύγη αποθηκεύονται υπό μορφή πολλαπλά συνδεδεμένων καταλόγων (βλέπε Knuth (1973), Trembley and Sorenson (1984)). Η μορφή του πίνακα φαίνεται στο σχήμα 6.1 όπου

οι τα C_{ij} δηλώνουν την παρουσία της συνθήκης i στο κανόνα j . Στα σχήματα 6.2 και 6.3 δίνουμε τη γραφική αναπαράσταση των διαφόρων τιμών των γεγονότων και συνθηκών αντίστοιχα ενώ, στα σχήματα 6.4 και 6.5 δίνουμε την αναπαράσταση των συμπερασμάτων ενός κανόνα και τον κατάλογο συνθηκών ενός κανόνα αντίστοιχα. Στο σχήμα 6.6 δίνουμε την αναπαράσταση του καταλόγου κανόνων με το ίδιο συμπέρασμα που χρησιμοποιείται σε συνθήκες.

Χρησιμοποιώντας την παραπάνω τεχνική, μία Βάση Γνώσης με κανόνες μπορεί να παρασταθεί ως μία σύνθετη δομή δεδομένων. Η κύρια διαφορά μεταξύ ΒΓ και παραδοσιακών δομών δεδομένων είναι η σημαντικότητα του περιεχομένου κάθε κόμβου και των σχέσεων του με άλλους κόμβους όπως παρατηρεί ο Symonds (1986).

Ταξινόμηση των συνθηκών

Οι συνθήκες διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες:

α. Ως προς τη λήψη τιμών

α1. Πλήρης τριάδα όπου η συνθήκη μπορεί να χωρισθεί ακριβώς σε τρία τμήματα **Αντικείμενο-Ιδιότητα-Τιμή (A-I-T)**.

α2. Απλή πρόταση προς επιβεβαίωση ή απόρριψη που παίρνει τιμή αληθή ή ψευδή (TRUE-FALSE).

β. Ως προς τον τρόπο επίδρασης στην συνομιλία ΕΣ-χρήστη

β1. Σε συνθήκη στην οποία ο χρήστης απαντά απευθείας στην ερώτηση εάν αυτή δεν έχει ήδη απαντηθεί.

β2. Σε συνθήκες των οποίων η τιμή εξάγεται ως συμπέρασμα κάποιου κανόνα. Στις περιπτώσεις αυτές πρέπει να ερευνηθούν οι συνθήκες του κανόνα που έχει ως αποτέλεσμα την προς εξέταση συνθήκη.

Ταξινόμηση των κανόνων

Οι κανόνες διακρίνονται σε:

α. Ενεργούς κανόνες

Κανόνες των οποίων το συμπέρασμα είναι τερματικό στοιχείο στην συνομιλία χρήστη ΕΣ, δηλαδή είναι ένα συμπέρασμα του γνωστικού αντικειμένου που εξετάζει το ΕΣ.

β. Παθητικούς κανόνες (υποκανόνες)

Κανόνες που το συμπέρασμά τους χρησιμοποιείται από άλλους κανόνες ως συνθήκη (βλέπε κατηγορία συνθηκών β2). Οι κανόνες αυτοί δεν χρησιμοποιούνται παρά μόνο μέσω των ενεργών κανόνων.

Σύνδεση κανόνων, συνθηκών και γεγονότων

Κατά την αναπαράσταση ενός κανόνα με δομές δεδομένων μπορούμε να διακρίνουμε τα εξής επιμέρους τμήματα:

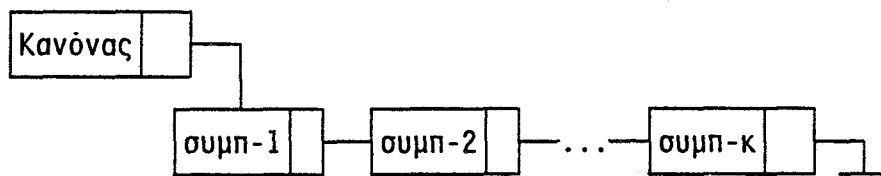
- το τμήμα ταυτότητας ή προσδιορισμού του κανόνα.
- το συμπερασματικό τμήμα του κανόνα (κόμβοι συμπερασμάτων)
- το τμήμα συνθηκών του κανόνα (κόμβοι συνθηκών).

Μία ΒΓ με την παραπάνω δομή αποτελείται από διαφορετικού τύπου κόμβους οι οποίοι συνδέονται μεταξύ τους με συνδέσμους. Οι σύνδεσμοι αυτοί επιτυγάνονται με του κατάλληλους δείκτες από κόμβο σε κόμβο. Ειδικότερα διακρίνουμε,

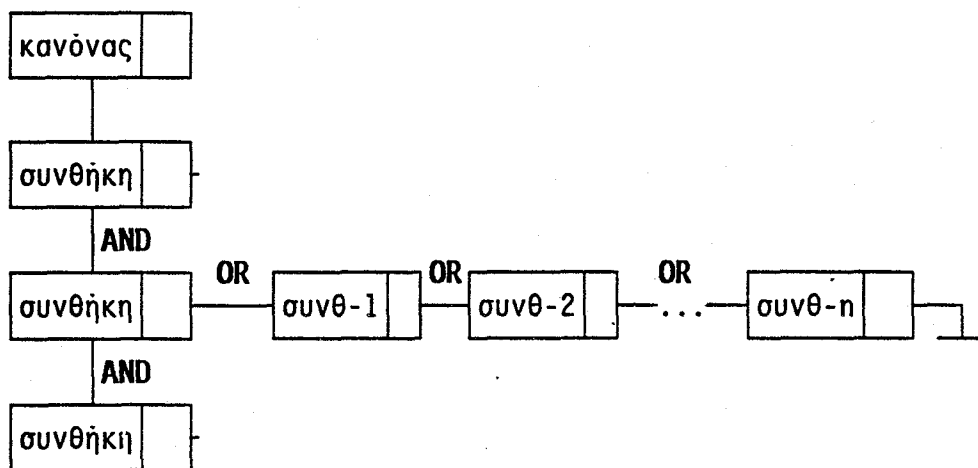
α. Διασύνδεση κόμβων κανόνων κανόνων

Κάθε κόμβος κανόνα συνδέεται με

- Άλλους κόμβους κανόνων, λογικά επόμενους και προηγούμενους (κατάλογος των κανόνων)
- Ένα κατάλογο κόμβων συμπερασμάτων τα οποία θα θεωρούνται αληθή όταν αληθεύει ο κανόνας (σχήμα 6.2)
- Ένα κατάλογο συνθηκών του αντίστοιχου κανόνα, σχήμα 6.3.



Σχήμα 6.2 Γραφική αναπαράσταση των συμπερασμάτων ενός κανόνα

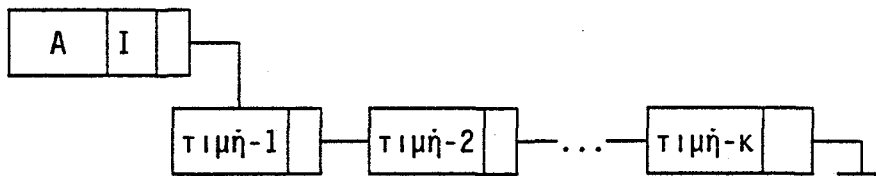


Σχήμα 6.3 Γραφική αναπαράσταση συνδεδεμένων συνθηκών ενός κανόνα

β. Διασύνδεση κόμβων συνθηκών

Κάθε κόμβος συνθήκης συνδέεται με

- Άλλες συνθήκες του ίδιου κανόνα (επόμενες και προηγούμενες) σύμφωνα με την διάταξή τους στον κανόνα,
- Άλλες συνθήκες οι οποίες έχουν το ίδιο αντικείμενο. Αυτές μπορεί να ανήκουν στον ίδιο κανόνα ή σε άλλους κανόνες,
- Ένα κόμβο (κόμβου αντικειμένου) ενός καταλόγου αντικειμένου όπου είναι καταχωρημένο το όνομα του αντικειμένου της συνθήκης,
- Ένα κατάλογο συνθηκών που συνδέονται μέσω της διάζευξης (OR) με την παρούσα συνθήκη,
- Ένα κατάλογο των αποδεκτών τιμών ενός αντικειμένου της συγκεκριμένης συνθήκης, στην περίπτωση που η συνθήκη είναι τύπου A-I-T (σχήμα 6.4.).

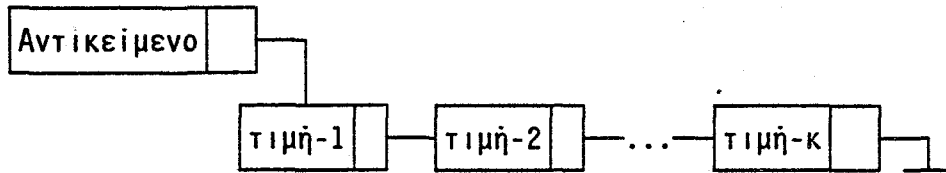


Σχήμα 6.4. Γραφική αναπαράσταση καταλόγου αποδεκτών τιμών του αντικειμένου μίας συνθήκης

γ. Διασύνδεση κόμβων αντικειμένων

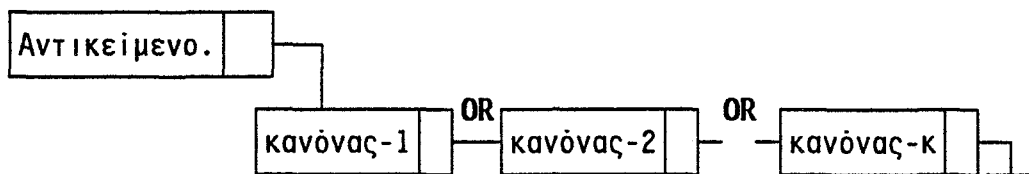
Κάθε κόμβος αντικειμένου συνδέεται με :

- Άλλους κόμβους αντικειμένου και αφορούν αντικείμενα που υπάρχουν στη ΒΓ,
- Την πρώτη συνθήκη, του καταλόγου των συνθηκών, η οποία περιέχει αυτό το αντικείμενο.
- Ένα κατάλογο των αποδεκτών τιμών του αντικειμένου με βάση κάποια ιδιότητα σχήμα 6.5.



Σχήμα 6.5 Γραφική αναπαράσταση καταλόγου αποδεκτών τιμών του αντικειμένου ενός γεγονότος

- Ένα κατάλογο παθητικών κανόνων (υποκανόνων), εφόσον η επιβεβαίωση της αντίστοιχης συνθήκης πραγματοποιείται μέσω κανόνα.



Σχήμα 6.6 Γραφική αναπαράσταση σύνδεσης γεγονότος με κατάλογο κανόνων (παθητικοί κανόνες) συνδεδεμένων με διάζευξη (OR)

Η δομή που περιγράφηκε παραπάνω δίνει τη δυνατότητα επεξεργασίας της ΒΓ ως να ήταν μια Βάση Δεδομένων και να δίνει απαντήσεις της μορφής:

α. Από ποιές συνθήκες αποτελείται ο κανόνας X; (περιγραφή κανόνα)

β. Σε ποιούς κανόνες συναντάται η συνθήκη Y;

γ. Εάν $A_x = \{ \text{κανόνας: γεγονός-X ανήκει στον κανόνα} \}$

$B_y = \{ \text{κανόνας: γεγονός-Y ανήκει στον κανόνα} \}$

$C_z = \{ \text{κανόνας: γεγονός-Z ανήκει στον κανόνα} \}$

$R = A_x \cap B_y \cap C_z$ είναι το σύνολο των κανόνων που με τις δοθείσες απαντήσεις οδηγεί σε μερική επιβεβαίωση. Με τον τρόπο αυτό δίνεται μια συμβουλή για την πιθανή περιοχή της λύσης, όταν δεν υπάρχει επιβεβαίωση.

Με βάση την παραπάνω αναπαράσταση κτίστηκε ένας φλοιός ανάπτυξης ΕΣ που περιγράφεται στην επόμενη ενότητα.

6.3 ΔΟΜΗΣΗ ΤΟΥ ΦΛΟΙΟΥ (SHELL)

Παρά το ότι η υλοποίηση εφαρμογών Τεχνητής Νοημοσύνης (ΤΝ) γίνεται με γλώσσες προγραμματισμού ΤΝ όπως LISP, PROLOG, κλπ. υπάρχουν πολλές αναφορές υλοποίησης ΕΣ με παραδοσιακές αλγοριθμικές γλώσσες προγραμματισμού όπως Pascal (βλέπε Burns et al (1986), Τζαφέστα (1988)), APL (βλέπε, Hagamen (1986)), Basic (βλέπε Naylor (1987)), C (βλέπε, Oltjen et al (1990)), κλπ.

Για την δόμηση του φλοιού στην περίπτωση μας χρησιμοποιήθηκε η γλώσσα Pascal που χαρακτηρίζεται για την αποτελεσματική χρήση των δυναμικών μεταβλητών και του χειρισμού της κύριας μνήμης του υπολογιστή. Οι κανόνες από τους οποίους αποτελείται η ΒΓ μπορεί να γραφούν με ένα απλό εκδότη ή επεξεργαστή κειμένου σε ASCII μορφή. Δεν υπάρχει εκ των προτέρων περιορισμός του πλήθους των κανόνων και των γεγονότων όπως για παράδειγμα στο INSIGHT 2+ που το πλήθος των κανόνων είναι μέχρι 1984 και των γεγονότων μέχρι 3951. Ο περιορισμός εξαρτάται μόνο από την διαθέσιμη μνήμη.

Το πρόγραμμα αποτελείται από δύο κύρια τμήματα. Το τμήμα αναπαράστασης το οποίο διαβάζει το αρχείο κειμένου, όπου είναι αποθηκευμένη η ΒΓ. Το τμήμα αυτό μέσω ενός συντακτικού αναλυτή (parser), που κατασκευάστηκε ειδικά για το συγκεκριμένο σύστημα, ελέγχει και εάν δεν υπάρχουν συντακτικά λάθη το αναπαριστά στην κύρια μνήμη. Το τμήμα ελέγχου συντονίζει την συνομιλία του χρήστη με τον σύστημα υποβάλλοντας στον χρήστη διάφορες ερωτήσεις

προσπαθώντας να επιβεβαιώσει κάποιο κανόνα ή απαντώντας στις ερωτήσεις του χρήστη. Στην παρούσα υλοποίηση ισχύουν τα εξής:

α. Ένας κανόνας έχει ένα μόνο συμπέρασμα.

β. Ένα αντικείμενο, σε περίπτωση που η συνθήκη είναι τύπου A-I-T, μπορεί να πάρει μία ή περισσότερες διακριτές τιμές. Η τιμή του αντικειμένου μέσα σε μια συνθήκη είναι μία.

γ. Χρησιμοποιήθηκαν δύο τύποι ιδιοτήτων(attributes) τύπου **ΕΙΝΑΙ** και **ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ (IS και IS NOT)**.

δ. Χειρίζεται ασαφή λογική με συντελεστές βεβαιότητας.

ε. Οι λέξεις κλειδιά (**RULE, IF, AND, THEN, IS, IS NOT**) είναι καταχωρημένες σε αρχείο. Ο χρήστης μπορεί να αλλάξει τις λέξεις αυτές κατά την επιθυμία του. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δυνατότητα αλλαγής αυτών των λέξεων έτσι ώστε να επεξεργάζεται ΒΓ με λέξεις κλειδιά από άλλες γλώσσες (Αγγλικά, Γαλλικά, Ελληνικά), κάτι που δεν συναντάται σε άλλα πακέτα ΕΣ.

6.4 ΔΟΜΗ ΤΩΝ ΕΓΓΡΑΦΩΝ

Η αντιμετώπιση της ΒΓ ως δομή δεδομένων παρουσιάζει ένα διαφορετικό τύπο κόμβων για τους κανόνες, συνθήκες, κλπ. που, στην συγκεκριμένη υλοποίηση, περιγράφονται με δομή λογικής εγγραφής όπως παρουσιάζεται παρακάτω.

Κάθε κόμβος κανόνα, από τους οποίους αποτελείται η ΒΓ, έχει την παρακάτω δομή:


```

Rule=record  Κόμβος κανόνα
  ruleName   :Όνομα κανόνα
  p_symp     :Δείκτης προς τη δ/υση της μνήμης που είναι καταχωρημένο
              το λεκτικό του αντικειμένου του συμπεράσματος
  attrib     :Ιδιότητα συμπεράσματος
  value      :Τιμή αντικειμένου του συμπεράσματος
  down       :Δείκτης προς την πρώτη συνθήκη του κανόνα
  right      :Δείκτης προς τον επόμενο κανόνα
  left       :Δείκτης προς τον προηγούμενο κανόνα
  nodeType   :Είδος κανόνα (ενεργητικός ή παθητικός)
  confidence :Η τελική τιμή βεβαιότητας του κανόνα.
end;

```

Κάθε κόμβος γεγονότος της ΒΓ έχει την παρακάτω δομή:

```

Facts=record : Κόμβος αντικειμένων
  object      : Όνομα αντικειμένου
  attrib      : Ιδιότητα του αντικειμένου
  value_p     : Δείκτης προς κατάλογο τιμών του αντικειμένου
  up          : Δείκτης προηγούμενου γεγονότος
  down        : Δείκτης επόμενου γεγονότος
  right       : Δείκτης προς συνθήκη του κανόνα
  nodeType    : Είδος κόμβου
  quest       : Δείκτης που δηλώνει ότι ο χρήστης έχει
              απαντήσει για το γεγονός αυτό
  subrule     : Δείκτης προς το πρώτο υποκανόνα
end;

```

Ο κατάλογος αποδεκτών τιμών του αντικειμένου ενός γεγονότος έχει τη δομή:

valueNode=record (κόμβος αποδεκτών τιμών αντικειμένου)

value : αποδεκτή τιμή

confidence : ο βαθμός βεβαιότητας της αποδοχής του
συγκεκριμένου γεγονότος.

next : δείκτης προς επόμενη τιμή

end;

Κάθε κόμβος συνθήκη από τους οποίους αποτελείται ένας κανόνας έχει την παρακάτω δομή.

kombos=record :Κόμβος συνθήκης κανόνα

p_value : Δείκτης προς τη δ/υση της μνήμης που είναι
αποθηκευμένο το λεκτικό της αποδεκτής τιμής του
αντικειμένου

attrib :Ιδιότητα

up :Δείκτης προς προηγούμενη συνθήκη

down :Δείκτης προς επόμενη συνθήκη

right :Δείκτης προς όμοια συνθήκη (με ίδιο αντικείμενο)
επόμενου κανόνα

P_fact :Δείκτης προς το αντικείμενο που σχετίζεται
με τη συνθήκη αυτή

p_rule :Δείκτης προς τον κόμβο του κανόνα

order :Δείκτης καθορισμού της συνδεσης (σύζευξη/διάζευξη)
της τρέχουσας συνθήκης με την προηγούμενη συνθήκη

end;

6.5 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗΣ ΒΑΣΗΣ ΓΝΩΣΗΣ

Εστω η παρακάτω ΒΓ που αποτελείται από 5 κανόνες. Οι κανόνες R4 και R5 είναι παθητικοί κανόνες δεδομένου ότι το συμπέρασμα αυτών χρησιμοποιείται ως συνθήκη στο κανόνα R3. Για λόγους χώρου στη γραφική αναπαράσταση ορίζονται ως ιδιότητες οι I1 και I2. Θεωρούμε ότι η I1 δηλώνει κατάφαση και η I2 δηλώνει την άρνηση.

rule R1	rule R2	rule R3
if A I1 A1	if B I1 B1	if A I2 A2
and B I1 B1	and C I1 C2	and D I1 D1
and C I1 C1	and D I1 D1	and E I1 E1
and K I1 K1	and E I1 E1	and XYZ
then X I1 X1	then X I1 X2	then Z I1 Z1

rule R4	rule R5
if A I1 A1	if B I1 B1
and D I1 D1	and F I1 F2
and F I1 F1	and K I1 K2
then XYZ	then XYZ

Η γραφική αναπαράσταση της ΒΓ με τους παραπάνω κανόνες σύμφωνα με τις δομές που ορίστηκαν εμφανίζονται στο σχήμα 6.7. Οι αριθμοί στις αγκύλες δηλώνουν τις διευθύνσεις των αντίστοιχων κόμβων. Οι αριθμοί μέσα τους κόμβους δηλώνουν δείκτες (διευθύνσεις) προς άλλους κόμβους. Για λόγους απλότητας και ευκρίνειας του σχήματος δεν γίνεται πλήρης ανάπτυξη των κόμβων και δεν αναφέρονται όλοι οι δείκτες και οι διευθύνσεις των κόμβων.

6.6 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ

Στη δομή που περιγράψαμε στην προηγούμενη παράγραφο μπορεί να χρησιμοποιηθεί εξίσου τόσο η μέθοδος της οπισθοδρομής αλυσίδας (backward chaining) όσο και της ορθόδρομης αλυσίδας (forward chaining). Σε κάθε περίπτωση, μία συνθήκη είναι ψευδής εάν ο δοθείς από τον χρήστη συντελεστής βεβαιότητας, είναι μικρότερος από μία συγκεκριμένη τιμή που ορίζεται και αυτή από το χρήστη πριν από την αρχή της συνομιλίας. Ο συντελεστής βεβαιότητας ενός κανόνα υπολογίζεται ως η μικρότερη τιμή των συντελεστών βεβαιότητας των συνθηκών του κανόνα που συνδέονται με σύζευξη.

Γενικά για την εξαγωγή συμπεράσματος εξετάζεται ένας ενεργός κανόνας. Εάν είναι ήδη ψευδής εξετάζεται ο επόμενος ενεργός κανόνας. Κάθε συνθήκη του κανόνα εξετάζεται εάν είναι αληθής ή ψευδής. Σε κάθε περίπτωση ο συντελεστής βεβαιότητας του κανόνα υπολογίζεται ως ο μικρότερος συντελεστής βεβαιότητας όλων των συνθηκών του κανόνα που συνδέονται με σύζευξη.

Εάν η εξεταζόμενη συνθήκη έχει ήδη απαντηθεί και είναι αληθής, τότε το σύστημα εξετάζει την επόμενη συνθήκη.

Εάν η εξεταζόμενη συνθήκη προκύπτει ως συμπέρασμα κανόνα εξετάζεται (αναδρομικά) ο κανόνας που το συμπέρασμα του είναι η εξεταζόμενη συνθήκη. Ως συντελεστής βεβαιότητας λαμβάνεται ο μέγιστος συντελεστής βεβαιότητας των συμπερασμάτων των παθητικών κανόνων (εφόσον υπάρχουν περισσότεροι του ενός) δεδομένου ότι αυτοί συνδέονται μεταξύ τους με διάζευξη.

Εάν η απάντηση του χρήστη έχει ως αποτέλεσμα η συνθήκη να είναι ψευδής τότε εξετάζονται όλοι οι κανόνες που περιέχουν τη συνθήκη αυτή. Η απορριψη κάθε κανόνα με απορριπτική συνθήκη εξαρτάται από:

-τη σύνδεση της συνθήκης που απορρίπτεται με τις προηγούμενες και τις επόμενες (σύζευξη/διάζευξη)

-τις προηγούμενες απαντήσεις του χρήστη οι οποίες αφορούν τον κανόνα αυτό.

Σε περίπτωση απόρριψης, ο κανόνας προσημειώνεται ως ψευδής και ερευνάται ο επόμενος κανόνας.

Τέλος, εάν ο κανόνας έχει αληθή τιμή γίνεται εμφάνιση του συμπεράσματος. Εάν δε, με τα δεδομένα που έχει δώσει ο χρήστης στο σύστημα, επαληθεύονται και άλλοι κανόνες τότε ένας μηχανισμός ορθόδρομης αλυσίδας τους ερευνά εμφανίζοντας τα επιπλέον συμπεράσματα και διαδικασία εξαγωγής συμπεράσματος σταματά.

Με μία άλλη επιλογή του συστήματος αντί να προσπαθήσει να βγάλει ένα συμπέρασμα, μπορεί να δίδει απλά γεγονότα. Τότε το σύστημα εμφανίζει τους κανόνες (τα συμπεράσματα) στα οποία υπάρχει η συνθήκη που επαληθεύεται από το γεγονός αυτό και δημιουργεί ένα σύνολο τέτοιων κανόνων. Στη συνέχεια για κάθε νέο γεγονός το νέο σύνολο τέμνεται με το πρώτο δημιουργώντας ένα νέο σύνολο στο οποίο ανήκουν οι κανόνες που περιέχουν τις συνθήκες οι οποίες επαληθεύονται από τα γεγονότα του που επιβεβαιώνει ο χρήστης. Αυτή η επιλογή μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην περίπτωση που το σύστημα δεν μπορεί να καταλήξει σε συμπέρασμα με την αρχική διαδικασία εξαγωγής συμπεράσματος. Η δυνατότητα αυτή προσδίδει ένα επιπλέον χαρακτηριστικό το οποίο δεν υπάρχει στους γνωστούς φλοιούς ανάπτυξης ΕΣ.

6.7 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΕΠΕΞΗΓΗΣΗΣ

Η ύπαρξη των δεικτών (pointers) επιτρέπει στο σύστημα να γνωρίζει, οποιαδήποτε στιγμή, τον κανόνα που προσπαθεί να επιβεβαιώσει και να μπορεί να επεξηγήσει στο χρήστη το γιατί υποβάλει μία συγκεκριμένη ερώτηση. Επίσης μπορεί να αιτιολογήσει πώς έφθασε σε ένα συμπέρασμα. Αρκεί ο χρήστης αντί απάντησης στο σύστημα να πατήσει τα πλήκτρο W(Why) ή το πλήκτρο Γ(Γιατί). Τότε το σύστημα εμφανίζει τον κανόνα που του οποίου το συμπέρασμα προσπαθεί να επιβεβαιώσει. Εάν ο προς απόδειξη κανόνας είναι παθητικός, τότε σημαίνει ότι το συμπέρασμα αυτό χρησιμοποιείται ως συνθήκη σε άλλο κανόνα. Στην περίπτωση αυτή το σύστημα κάνοντας βήματα προς τα πίσω εμφανίζει τον προηγούμενο κανόνα από το οποίο έγινε η αναδρομή κ.ο.κ. Με το τρόπο αυτό, ο μηχανισμός αιτιολόγησης είναι πληρέστερος και αυτό τον διαχωρίζει από τον αντίστοιχο τρόπο γνωστών φλοιών όπου η αιτιολόγηση γίνεται μόνο με την αναφορά του κανόνα που προσπαθεί να επιβεβαιώσει. Επίσης μπορεί να αιτιολογήσει πώς έφθασε σε ένα συμπέρασμα, εφόσον ο χρήστης πατήσει το πλήκτρο Η(How) ή το πλήκτρο Π(Πώς) αμέσως μετά την κατάληξη του συστήματος σε συμπέρασμα. Τότε αρκεί να ακολουθήσει την αρχική πορεία του μέσα στη ΒΓ. Στην πορεία αυτή το σύστημα εμφανίζει τις απαντήσεις του χρήστη καθώς αυτές επιβεβαιώνουν τους κανόνες (ενδιάμεσα αποτελέσματα - παθητικοί κανόνες). Η εμφάνιση των ενδιάμεσων αποτελεσμάτων, στον φλοιό αυτό, είναι ένα χαρακτηριστικό που δεν απαντάται στους γνωστούς φλοιούς ΕΣ ενώ είναι μια σημαντική πληροφορία προς τον χρήστη. Μία ακόμη καινοτομία του φλοιού αυτού είναι και η δυνατότητα να εξηγεί στο χρήστη ποιοί κανόνες απορρίπτονται με βάση τις απαντήσεις του χρήστη και γιατί αυτοί απορρίπτονται. Οποσδήποτε οι επεξηγήσεις αυτές έχουν άμεση σχέση με τη δομή της ΒΓ, όπως προτέθηκε στην αρχή του κεφαλαίου, όπως επίσης και τον τρόπο εξαγωγής των συμπερασμάτων.

6.8 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Το σύστημα που αναπτύχθηκε με την παραπάνω μεθοδολογία λειτουργεί κάτω από μία βασική οθόνη μενού (σχήμα 6.8) από το οποίο ο χρήστη έχει τη δυνατότητα να επιλέξει μία εργασία. Κατωτέρω επεξηγούμε συνοπτικά τις διάφορες επιλογές του συστήματος.

Εξαγωγή συμπεράσματος.....	1
Περιορισμός λύσεων.....	2
Εκτύπωση όλων των κανόνων.....	3
Εκτύπωση όλων των αντικειμένων...	4
Εκτύπωση όλων των γεγονότων.....	5
Νεά Βάση Γνώσης.....	6
Επεξήγηση Πώς.....	7
Κανόνες που απορρίπτονται.....	8
Κειμενογράφος.....	9
Εξοδος	<ESC>

Σχήμα 6.8 Οθόνη με τις επιλογές του συστήματος

Εξαγωγή συμπεράσματος

Με την επιλογή αυτή γίνεται η συνομιλία του χρήστη με τη επαγωγική μηχανή για την εύρεση ενός συμπεράσματος. Ο χρήστης αρχικά δίδει ένα κατώτατο όριο συντελεστού βεβαιότητας. Το όριο αυτό είναι ένα κάτω φράγμα για τον έλεγχο της αλήθειας ενός γεγονότος ή ενός κανόνα.

Περιορισμός λύσεων

Με την επιλογή αυτή ο χρήστης, σε περίπτωση που δεν καταλήξει σε συμπέρασμα μη έχοντας τα ικανά δεδομένα, περιορίζει τις πιθανές περιπτώσεις (λύσεις) του προβλήματός του. Συγκεκριμένα, ο χρήστης αναγράφει διάφορα γεγονότα. Το σύστημα ερευνά σε ποίους κανόνες (συμπεράσματα) έστω και μία συνθήκη ικανοποιείται για κάθε γεγονός και, τέλος, εμφανίζει την τομή όλων των κανόνων των οποίων όλα τα γεγονότα ικανοποιούν κάποιες συνθήκες τους.

Εκτύπωση όλων των κανόνων

Εκτυπώνονται στην οθόνη όλοι οι κανόνες της ΒΓ που βρίσκεται προς επεξεργασία.

Εκτύπωση όλων των αντικειμένων

Εκτυπώνονται στην οθόνη όλα τα αντικείμενα καθώς και οι δυνατές τιμές τους.

Εκτύπωση όλων των γεγονότων

Εκτυπώνονται στην οθόνη όλα τα αντικείμενα με τις αντίστοιχες τιμές τους όπως επίσης και οι συντελεστές βεβαιότητας που καθόρισε ο χρήστης στην τελευταία συνομιλία με το σύστημα.

Νέα Βάση Γνώσης

Με την επιλογή αυτή φορτώνεται μία νέα ΒΓ από αυτές που υπάρχουν στο δίσκο. Αρχικά ο χρήστης ερωτάται για την γλώσσα επιλογής (Ελληνικά - Αγγλικά) και κατόπιν το όνομα της ΒΓ.

Επεξήγηση Πώς

Μετά από μία χρήση της πρώτης επιλογής του πακέτου, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να ρωτήσει το σύστημα πώς έφθασε σε κάποιο συμπέρασμα. Το σύστημα του εμφανίζει όλους του κανόνες που επιβεβαιώθηκαν με τους αντίστοιχους συντελεστές βεβαιότητας.

Κανόνες που απορρίπτονται

Μετά από μία διαδικασία εξαγωγής συμπεράσματος (επιλογή 1), ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να ρωτήσει το σύστημα ποιούς κανόνες απέρριψε με βάση τις απαντήσεις του και γιατί τους απέρριψε. Το σύστημα του εμφανίζει όλους του κανόνες που

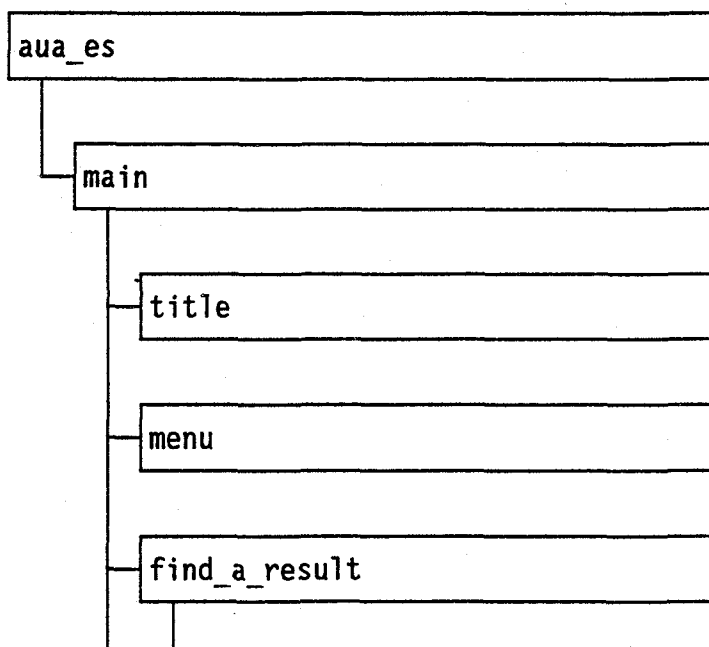
απορρίφθηκαν εμφανίζοντας τους αντίστοιχους συντελεστές βεβαιότητας του χρήστη, όπου αυτός έδωσε. Οι συνθήκες οι οποίες απέρριψαν ένα κανόνα εμφανίζονται ακολουθούμενες με ένα χαρακτηριστικό σύμβολο.

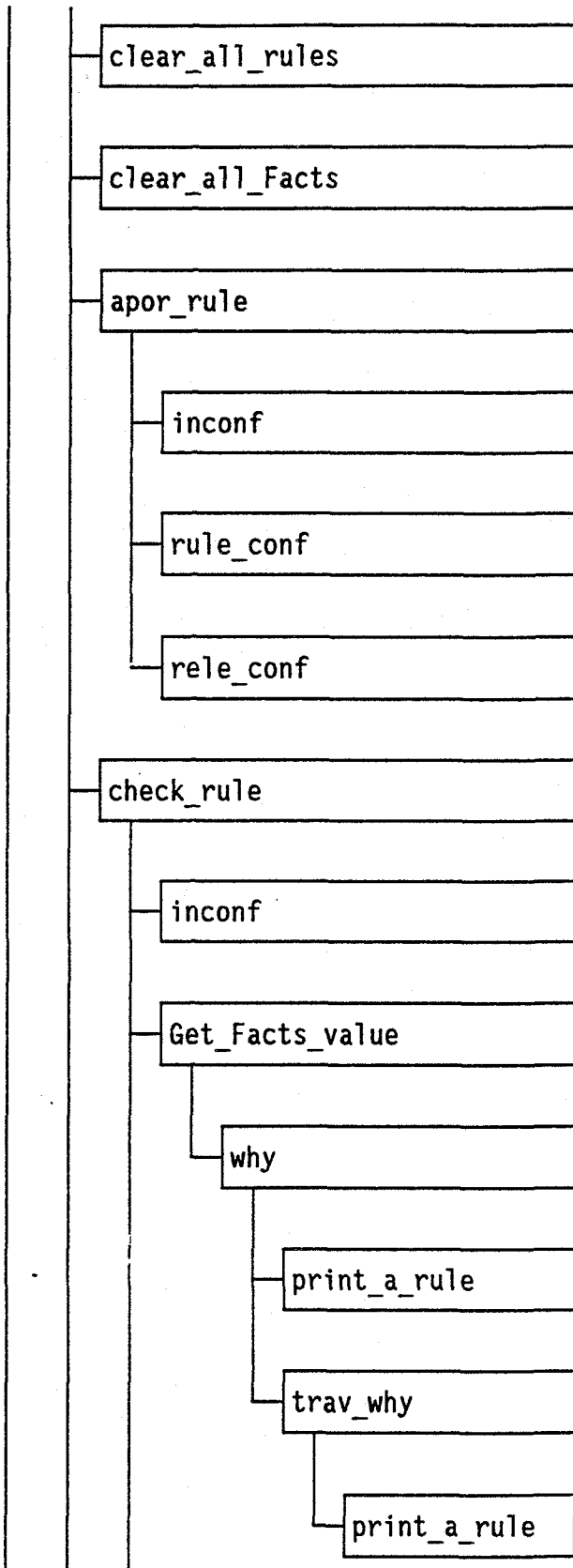
Κειμενογράφος

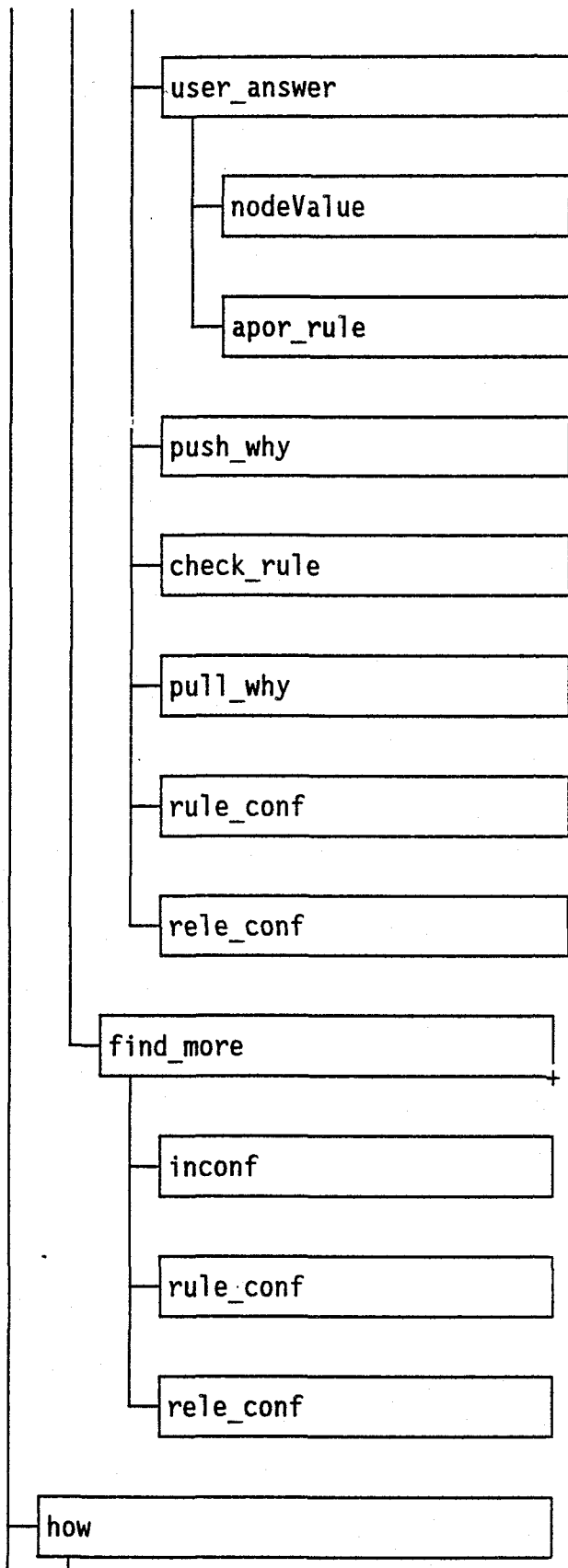
Με την επιλογή αυτή καλείται ένας εκδότης κειμένου ώστε ο χρήστης να μπορεί να τροποποιήσει μία ΒΓ ή να γράψει μία νέα χωρίς να χρειάζεται να φύγει από το περιβάλλον του συστήματος.

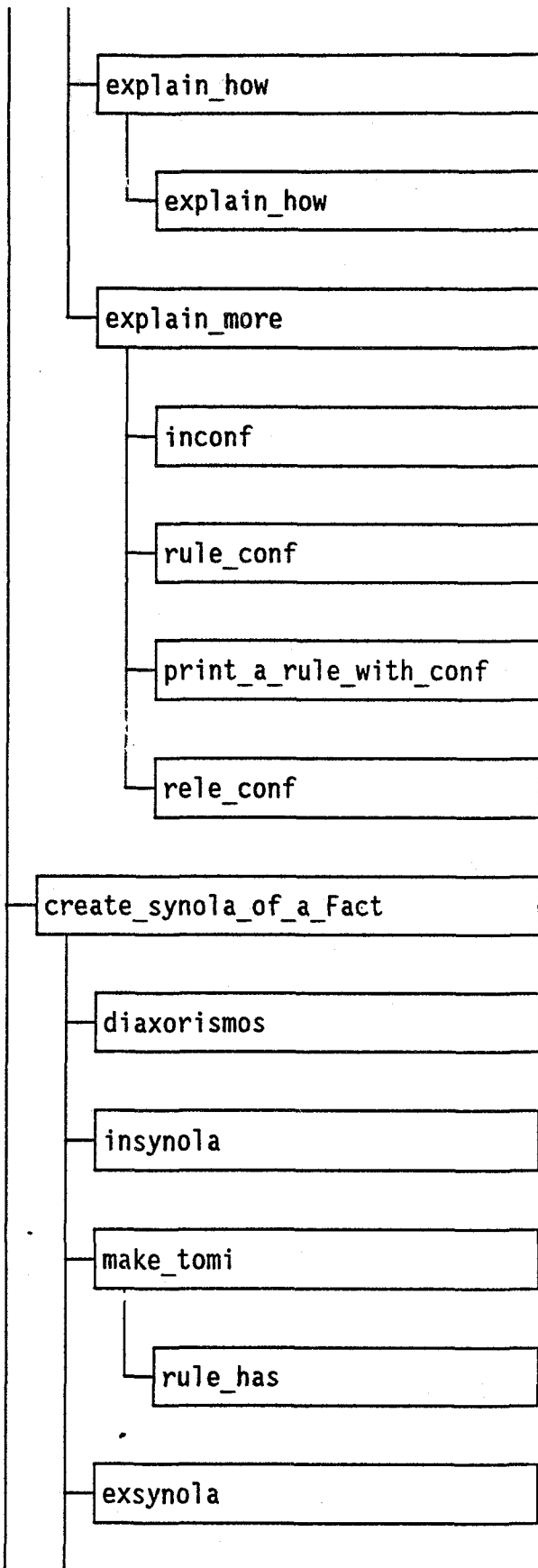
6.9 Δενδρική δομή του προγράμματος

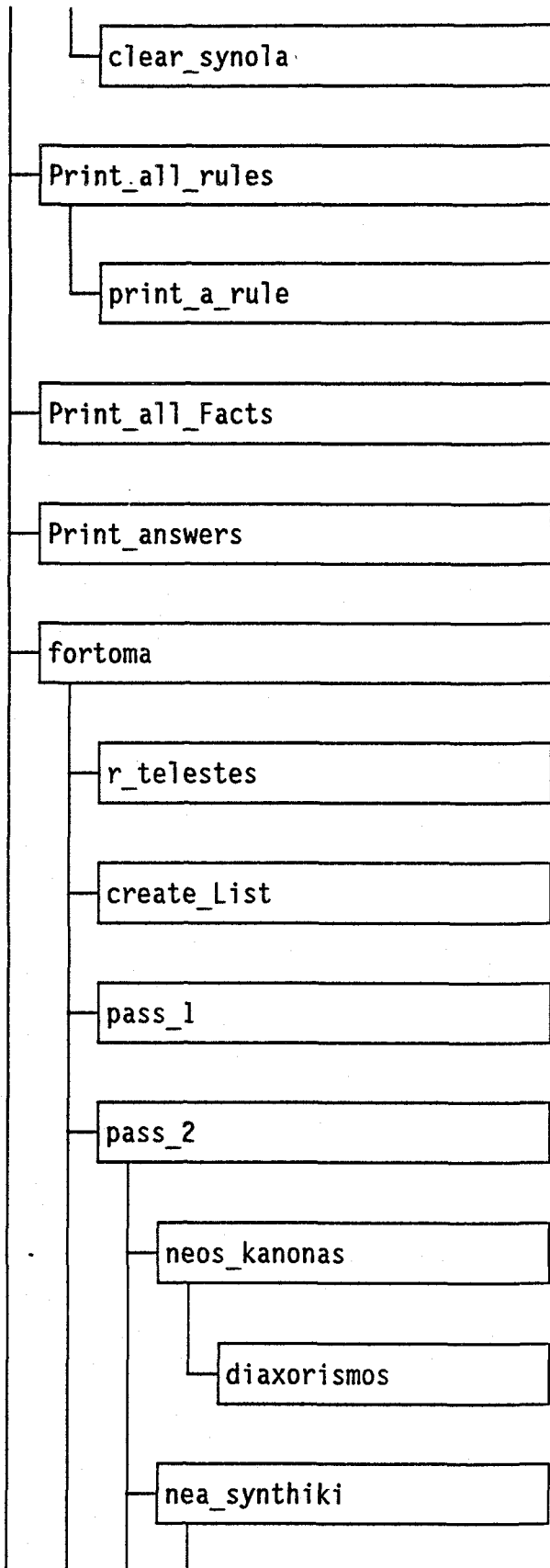
Στην παράγραφο αυτή παρουσιάζεται μία δενδρική δομή των κυριότερων διαδικασιών και συναρτήσεων του προγράμματος του φλοιού ανάπτυξης ΕΣ. Ο πηγαίος κώδικας του συστήματος παραμένει στη διάθεση του Εργαστηρίου Πληροφορικής του ΓΠΑ.

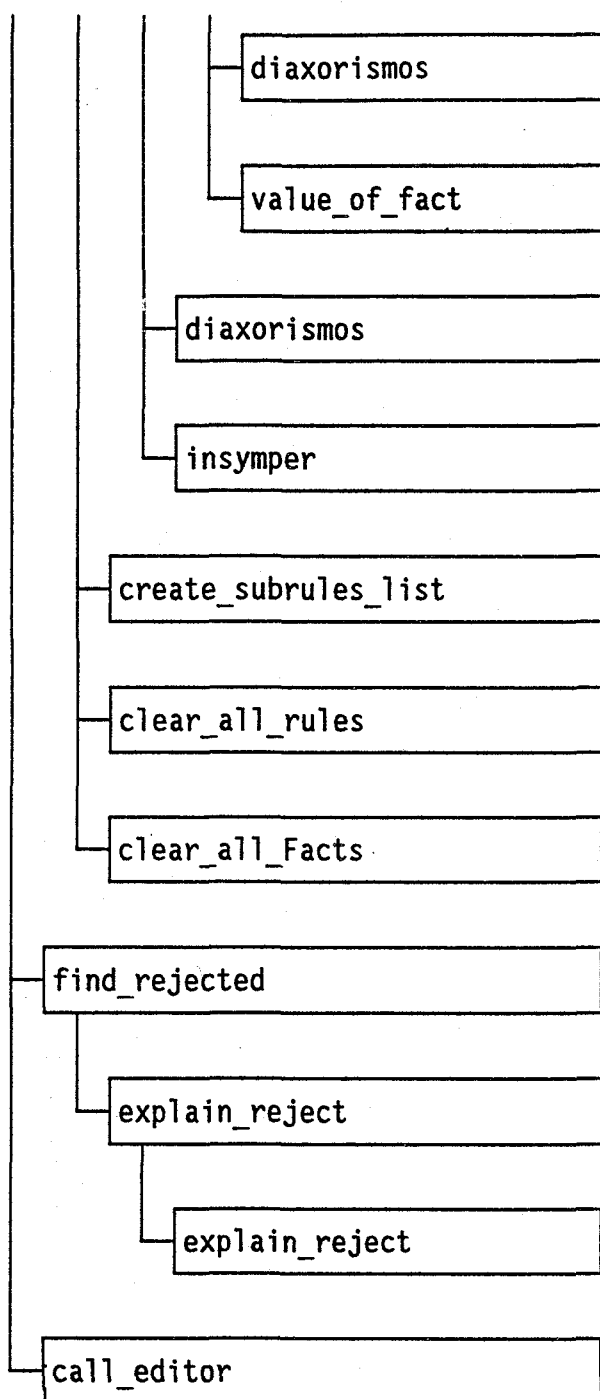












6.10 Συγκρίσεις με άλλα συστήματα

Οι συγκρίσεις με αλλά συστήματα, σε επίπεδο εσωτερικής αναπαράστασης της γνώσης, ώστε να δίδονται μετρήσιμα αποτελέσματα, απαιτούν να έχει στην κατοχή του ο ερευνητής τα προς σύγκριση πακέττα σε πηγαία μορφή κάτι που πρακτικά είναι αδύνατο. Ετσι παραμείναμε κυρίως στα αποτελέσματα που απορρέουν από την χρήση των πακέτων με δεδομένες ΒΓ τροποποιημένες κατάλληλα για κάθε διαφορετικό πακέτο και σε μερικά χαρακτηριστικά των πακέτων βασιζόμενοι στη μεθοδολογία αξιολόγησης φλοιών ΕΣ του Styliανου (1992). Τα διαθέσιμα πακέττα ήταν το INSIGHT2+, Xι3+ και το MIKE που τρέχουν σε περιβάλλον MS-DOS. Το τελευταίο πακέτο διατίθεται σε πηγαία μορφή, γραμμένο σε Prolog.

Στο πακέτο MIKE υπάρχουν σημαντικές απαιτήσεις μνήμης κατά τη διάρκεια συνομιλίας με τον χρήστη. Για παράδειγμα μια απλή ΒΓ όταν φορτώθηκε στο MIKE κατέλαβε χώρο 2434 bytes. Μετά την μία επεξεργασία της ΒΓ η κατάληψη του χώρου αυξήθηκε κατά 2534 στο Heap και 3670 στο Stack. Η αντίστοιχη ΒΓ στο προτεινόμενο σύστημα (AUA_ES) ήταν μόλις 1757 bytes χωρίς επιμέρους αυξήσεις. Στα άλλα πακέττα δεν ήταν δυνατή η μέτρηση της κατάληψη της μνήμης διότι δεν έχουν ειδικές συναρτήσεις μέτρησης. Στο επιχείρημα να χρησιμοποιηθούν εξωτερικά προγράμματα μέτρησης υπήρχε πρόβλημα στο Xι3+, το σύστημα διέκοπτε την επεξεργασία και επέστρεφε στο λειτουργικό. Στο INSIGHT2+, τα αποτελέσματα ήταν πλασματικά μια και το σύστημα χρησιμοποιεί επικαλυπτόμενα υποπρογράμματα (overlays) η δε κατάληψη της μνήμης πρέπει να γίνεται με ενότητες. Κατωτέρω παρατίθενται πίνακες με συγκριτικά στοιχεία των τεσσάρων φλοιών.

	Χειρισμός αβεβαιό- τητας	τρόπος φόρτωσης ΒΓ	Ταχύτητα μετάφρασης + φόρτωσης ΒΓ κανόνες/min	Ταχύτητα επαναφοράς ΒΓ σε αρχική κατάσταση
ΑΥΑ_ES	ΝΑΙ	απευθείας από το κείμενο	1 1000/1min 200/9sec	1
Χi3+	ΟΧΙ	μετά από ενδιάμεση μετάφραση	2 200/15sec	4
INSIGHT2+	ΝΑΙ	μετά από ενδιάμεση μετάφραση	3 1000/11min	2
MIKE	ΟΧΙ	απευθείας από το κείμενο	4 74/8sec	3

	Ερευνα ΒΓ ως ΒΔ με δυνα- τότητα περιο- ρισμού λύσεων	Μέγιστος αριθμός κανόνων/γεγονότων	Ευρεση περισσότερων του ενός συμπερασμάτων
ΑΥΑ_ES	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ
Χi3+	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ (υπό προϋποθέσεις)
INSIGHT2+	ΟΧΙ	ΝΑΙ 1894/3951	ΟΧΙ
MIKE	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ

	Προσδιορισμός τελικών συμπερασμάτων	Επεξήγηση "ΓΙΑΤΙ"	Επεξήγηση "ΠΩΣ"
AUA_ES	OXI	Συνθετη εμφάνιση του κανόνα που ερευνάται και του κανόνα που συνθήκη του είναι συμπέρασμα του τρέχοντα κανόνα	Συνθετη εμφάνιση του κανόνα που επιβεβαιώθηκε και με την εμφάνιση των ενδιάμεσων κανόνων (υποκανόνων)
Χi3+	NAI	απλή εμφάνιση του κανόνα που ερευνάται	απλή εμφάνιση του κανόνα επιβεβαιώθηκε
INSIGHT2+	NAI	απλή εμφάνιση του συμπεράσματος του κανόνα	απλή εμφάνιση του συμπεράσματος του κανόνα
MIKE	OXI	δεν διαθέτει	απλή εμφάνιση του κανόνα που επιβεβαιώθηκε

6.11 Πλεονεκτήματα του Συστήματος

Στο σύστημα που περιγράψαμε στις προηγούμενες παραγράφους, είναι προφανές ότι δεν λαμβάνει χώρα μεταξύ γλώσσας και υπολογιστή κατά την διάρκεια της λειτουργίας του. Για το λόγο αυτό το παρόν σύστημα είναι ταχύτερο από άλλα συστήματα που τρέχουν κάτω από Prolog (βλέπε MIKE (1990)) ή Lisp. Ταυτόχρονα το παρόν σύστημα αφήνει ένα μεγάλο μέρος της μνήμης διαθέσιμο για τη ΒΓ μια και δεν χρησιμοποιεί πρόσθετους καταλόγους για την προσωρινή καταχώρηση των γεγονότων που επιβεβαιώνει ο χρήστης όπως επίσης και των ενδιάμεσων κανόνων που επιβεβαιώνονται κατά τη διάρκεια μιας συνομιλίας χρήστη μηχανής. Επίσης περιορίζει στο ελάχιστο την επανάληψη όμοιων δεδομένων με τη χρήση των δεικτών. Πρέπει ακόμη να σημειωθεί το γεγονός ότι οι λέξεις κλειδιά (IF, AND, THEN κλπ) ορίζονται από το

χρήστη με αποτέλεσμα η ΒΓ να τροποποιείται εύκολα και να είναι κατανοητή και από ένα μη ειδικό στα ΕΣ.

Όπως είναι προφανές, ένα σύστημα που υλοποιείται με Pascal, έχει πολλές δυνατότητες επέκτασης. Επίσης η δομή και υλοποίηση σε αλγοριθμική γλώσσα δίνει επιπλέον τη δυνατότητα της εύκολης ενσωμάτωσης του συστήματος σε υπάρχοντα Πληροφορικά Συστήματα.

Ο παραπάνω τρόπος σχεδίασης της ΒΓ υλοποιήθηκε για επεξεργασία στην κεντρική μνήμη του υπολογιστή. Ο χωρισμός όμως του κανόνα σε επιμέρους τμήματα και η αναπαράσταση τους σε κόμβους υπο μορφή λογικής εγγραφής δίδει τις παρακάτω δυνατότητες επέκτασης:

- μέρος της ΒΓ να είναι αποθηκευμένο σε δίσκο. Το μέρος αυτό αφορά τα πεδία των κόμβων που περιέχουν τα λεκτικά των αντικειμένων και τις τιμές τους. Στην θέση των λεκτικών στους αντίστοιχους κόμβους θα υπάρχουν τα κλειδιά προσπέλασης στις εγγραφές των αντίστοιχων αρχείων.
- ολόκληρη η ΒΓ να είναι αποθηκευμένη σε μία σχεσιακή Βάση Δεδομένων.

Όπως είναι φανερό με την πρώτη περίπτωση γίνεται εξοικονόμηση κεντρικής μνήμης έτσι ώστε να δίνεται η δυνατότητα για αναπαράσταση ακόμη μεγαλύτερων ΒΓ. Στη δεύτερη περίπτωση δεν θα υπάρχει πλέον θέμα περιορισμού του μεγέθους της ΒΓ παρά μόνο από το μέγεθος της περιφερειακής μνήμης (του δίσκου).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΔΥΝΑΜΙΚΑ ΜΕΤΑΒΑΛΛΟΜΕΝΟΙ ΚΑΝΟΝΕΣ

7.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι παραδοσιακές Βάσεις Γνώσης που στηρίζονται σε κανόνες, παρουσιάζουν μία στατικότητα ως προς τη δυνατότητα πρόσθεσης νέων συνθηκών σε ένα κανόνα. Είναι στην κρίση του μηχανικού της γνώσης, σε συνεργασία με τον ειδικό στο γνωστικό αντικείμενο, να προσθέσει ή να αφαιρέσει συνθήκες. Τα συστήματα όμως που προσπαθούν να μιμηθούν το ανθρώπινο τρόπο συλλογισμού και αποθήκευση πληροφορίας και γνώσης έχουν ανάγκη από μία αυτόματη τροποποίηση της γνώσης αγνοώντας κάποια στιγμή κάποιες πληροφορίες (Knight, 1993). Τα συστήματα αυτά πρέπει κατά τον Schank, (1982) να διαθέτουν δυναμικές δομές αναπαράστασης της γνώσης που να αναπροσαρμόζονται σύμφωνα με την προστιθέμενη εμπειρία. Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μία προσπάθεια αναπαράστασης της γνώσης με κανόνες αλλά και ταυτόχρονα μίας on-line συντήρησης και τροποποίησης της γνώσης καθώς το ΕΣ, που χρησιμοποιεί την γνώση αυτή, προκειμένου να καταλήξει σε κάποιο συμπέρασμα. Η αρχή της μεθόδου αυτής χρησιμοποιεί τη θεωρία των πιθανοτήτων και ειδικότερα το Θεώρημα του Bayes προκειμένου να εξαγάγει συμπεράσματα μέσα από αβέβαια γεγονότα.

Με τη δυναμική μεταβολή της Βάσης Γνώσης, μέσω ιστορικών δεδομένων που είναι καταχωρημένα σε μία Ιστορική Βάση Δεδομένων ορίζεται μια νέα έννοια, η **Χρονική Βάση Γνώσης**.

7.2 ΤΟ ΠΙΘΑΝΟΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ

Εστω C το σύνολο συνθηκών που μπορούν να εξετασθούν σένα γνωστικό αντικείμενο και S το σύνολο των συμπερασμάτων του. Εστω επίσης D , το σύνολο όλων των υποσυνόλων του C . Θεωρούμε μία απεικόνιση $r: D \rightarrow S$. Η συνάρτηση r ορίζει μία σχέση μεταξύ των συμπερασμάτων και κάποιων στοιχείων του D (υποσυνόλων του C) τους κανόνες με τους οποίους συνάγονται τα συμπεράσματα του S . Στην ουσία το πεδίο ορισμού της συνάρτησης ορίζει ένα σύνολο του οποίου τα στοιχεία είναι σύνολα που αποτελούνται από συνθήκες που έχουν μία κοινή ιδιότητα. Η ιδιότητα αυτή είναι ότι σχετίζονται άμεσα με ένα συγκεκριμένο συμπέρασμα.

Αν θεωρήσουμε ότι έχουμε δεδομένο το πεδίο τιμών της απεικόνισης αυτής και το πεδίο ορισμού μπορεί να μεταβάλλεται, τότε έχουμε μία ΒΓ στην οποία το πλήθος των συνθηκών ανά κανόνα δεν είναι σταθερό αλλά μπορεί να μεταβάλλεται. Πρέπει κατά συνέπεια υπάρχει ένα μοντέλο δυναμικής συσχέτισης των συνθηκών με τα συμπεράσματα. Αυτή η δυναμική συσχέτιση μπορεί να ορισθεί μέσω της θεωρίας των πιθανοτήτων και ειδικότερα από το γνωστό θεώρημα του Bayes:

Εστω S_1, S_2, \dots, S_n τα n το πλήθος ασυμβίβαστα γεγονότα ενός δειγματικού χώρου και ένα γεγονός M , τότε η πιθανότητα να ισχύει ένα από τα ασυμβίβαστα γεγονότα S_i με δεδομένο το γεγονός M είναι:

$$P(S_k/M) = \frac{P(S_k) P(M/S_k)}{\sum_{i=1}^n P(S_i) P(M/S_i)}$$

Όπου :

$P(S_i)$: Η προγενέστερη πιθανότητα να ισχύει το γεγονός S_i άσχετα από κάθε μαρτυρία.

$P(M/S_i)$: Η πιθανότητα να ισχύει η μαρτυρία M όταν το γεγονός S_i αληθεύει.

$P(S_k/M)$: Η μεταγενέστερη πιθανότητα να ισχύει το γεγονός S_i όταν αληθεύει η μαρτυρία M .

Εάν στη θέση των S_i θεωρήσουμε τα συμπεράσματα και στην θέση του M έχουμε κάθε φορά μία από τις συνθήκες (C_j) του γνωστικού αντικείμενου τότε μπορούμε να πούμε ότι για κάθε συνθήκη έχουμε σε μορφή πιθανότητας την συνεισφορά της στην αλήθεια του κανόνα.

Προφανώς όσο μεγαλύτερη είναι η $P(M_j/S_i)$ τόσο μεγαλύτερη είναι η συσχέτιση της συνθήκης στην αλήθεια του κανόνα.

Στην εξαγωγή συμπερασμάτων κάτω από αβεβαιότητα μέσω του παραπάνω μοντέλου, η τελική πιθανότητα υπολογίζεται ως εξής:

Υπολογίζεται η μεταγενέστερη πιθανότητα να αληθεύει το συμπέρασμα όταν ισχύει η πρώτη συνθήκη.

Εάν υπάρχει και άλλη συνθήκη, η υπολογισθείσα πιθανότητα θεωρείται ως προγενέστερη και υπολογίζεται η μεταγενέστερη. Διαφορετικά θεωρείται η τελική πιθανότητα να ισχύει το συμπέρασμα.

Παρακάτω δίδεται ένα παράδειγμα από το χώρο της διάγνωσης.

Εστω

$A = \{A_i, i=1,2,\dots,n\}$ το σύνολο των ασθενειών ενός φυτού.

$C = \{C_j, j=1,2,\dots,m\}$ το σύνολο των συμπτωμάτων που παρατηρούνται στις παραπάνω ασθένειες.

Εστω ότι για κάθε σύμπτωμα και για κάθε ασθένεια θα προσδιορισθούν οι πιθανότητες που απαιτεί ο τύπος του Bayes. Δηλαδή η προγενέστερη πιθανότητα να ισχύει μια ασθένεια και η πιθανότητα να υπάρχει το σύμπτωμα όταν υπάρχει η ασθένεια. Τότε έχουμε τους παρακάτω πίνακες, σχήματα 7.1 και 7.2

	A_1	A_2	...	A_n
M_1				
M_2				
M_3				
M_m				

Σχήμα 7.1 Πίνακας με τις πιθανότητες να υπάρχει το σύμπτωμα όταν έχει παρουσιασθεί η ασθένεια

Στο παραπάνω πίνακα προφανώς εάν ένα σύμπτωμα δεν εμφανίζεται σε κάποια ασθένεια τότε η πιθανότητα του είναι μηδέν.

A_1	A_2	...	A_n

Σχήμα 7.2 Πίνακας με τις προγενέστερες πιθανότητες να εμφανισθεί η ασθένεια

Παρατηρούμε τα εξής:

α. Ας θεωρήσουμε ένα αριθμό $x \in (0,1]$ ώστε όταν η υπολογιζόμενη μεταγενέστερη πιθανότητα πάρει τιμή μεγαλύτερη του x τότε να θεωρείται ότι το προς απόδειξη συμπέρασμα είναι αληθές. Τότε παρατηρούμε ότι το σύστημα μπορεί να εξαγάγει συμπεράσματα χωρίς να έχει γνώση όλων των συνθηκών(συμπτωμάτων).

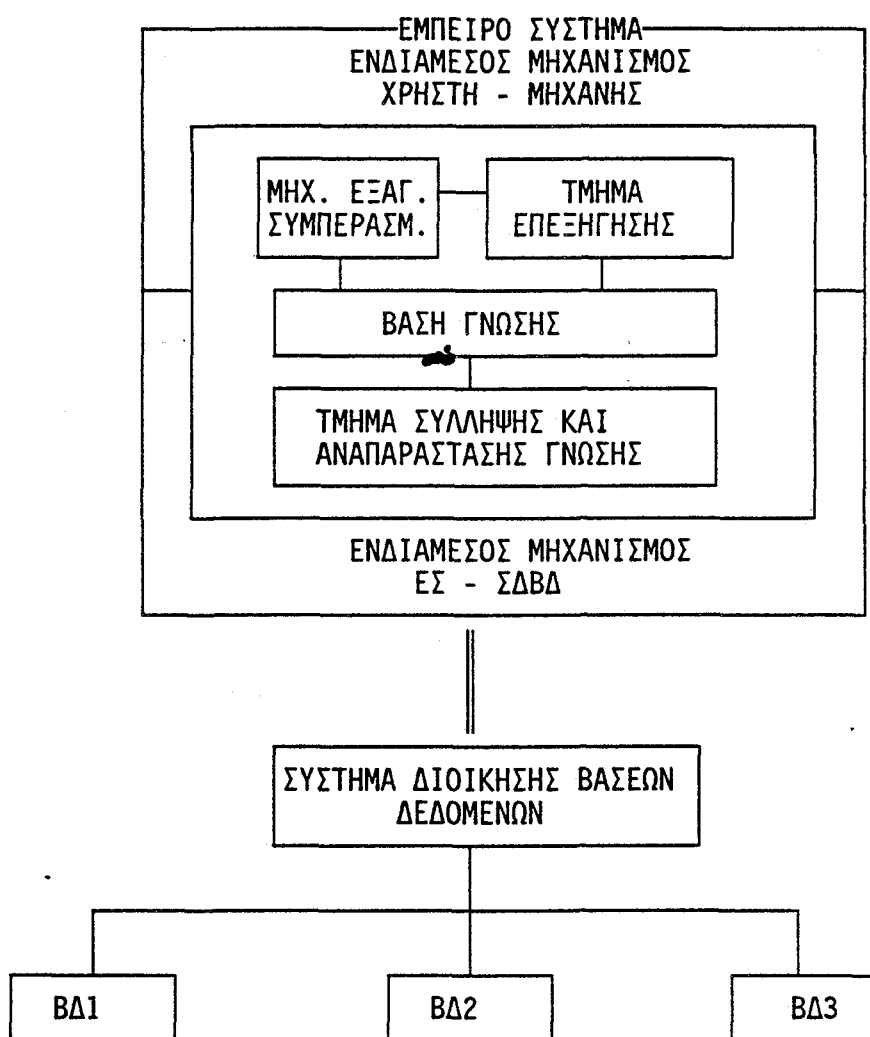
β. Το σύστημα στην προσπάθειά του να φθάσει σε συμπέρασμα ρωτά τον χρήστη αν παρατήρησε κάποιο σύμπτωμα. Όταν ο χρήστης απαντά θετικά, τότε αν το σύστημα καταλήξει σε συμπέρασμα, ένας μηχανισμός μπορεί να ενημερώνει τις πιθανότητες που εμφανίζονται στο πίνακα συμπτωμάτων-ασθενειών. Αυτό σημαίνει ότι μετά από ένα μεγάλο πλήθος παρατηρήσεων που κατέληξαν σε μία ασθένεια αρχίζει να εμφανίζεται ένα σύμπτωμα το οποίο αρχικά δεν έχει δηλωθεί ότι σχετίζεται με την ασθένεια. Με τον τρόπο αυτό, μέσω της διαδικασίας ενημέρωσης πιθανότητας να ισχύει το σύμπτωμα όταν αληθεύει η ασθένεια, το σύστημα αποκτά γνώση χωρίς την παρέμβαση του χρήστη.

7.3 ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.

Η παραπάνω πιθανοθεωρητική δομή της ΒΓ προϋποθέτει ότι στο ΕΣ θα πρέπει να υπάρχει μία υποδομή για επεξεργασία μεγάλου όγκου δεδομένων που θα διαχειρίζεται ένα Σύστημα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων (ΣΔΒΔ). Στις βάσεις αυτές θα καταχωρούνται στοιχεία που έχουν σχέση με τις απαντήσεις των χρηστών που χρησιμοποιούν το σύστημα. Επίσης θα καταχωρούνται και οι παραπάνω πίνακες με τις πιθανότητες που απαιτούνται. Στο σχήμα 7.3 παρουσιάζεται η δομή του συστήματος αυτού.

Στο προτεινόμενο σύστημα χρησιμοποιούνται τρεις ΒΔ:

α. Η βάση ΒΔ1 θα περιέχει τις *κινήσεις* που θα αποθηκεύει τις θετικές απαντήσεις του χρήστη κατά τη διάρκεια κάποιας συνομιλίας με το σύστημα, σχήμα 7.4. Εκεί αποθηκεύεται συσχέτιση μεταξύ κανόνα, συμπεράσματος και γεγονότος κατά τη διάρκεια μιας προσπάθειας του συστήματος να καταλήξει σε ένα συμπέρασμα.



Σχήμα 7.3 Σχηματική δομή του συστήματος

β. Η βάση ΒΔ2 θα περιέχει για κάθε γεγονός, την *πιθανότητα* να ισχύει αυτό όταν αληθεύει ένα συμπέρασμα, (βλέπε σχήμα 7.5). Η βάση αυτή δεν χρειάζεται να περιέχει εγγραφές με πιθανότητα μηδέν.

γ. Η βάση ΒΔ3 θα περιέχει για κάθε συμπέρασμα του γνωστικού αντικείμενου που εξετάζει, την *προγενέστερη* πιθανότητα να ισχύει ένα συμπέρασμα άσχετα από οποιοδήποτε γεγονός, (βλέπε σχήμα 7.6).

ΒΔ1

ταυτότητα κανόνα	συμπέρασμα κανόνα	ΓΕΓΟΝΟΣ			ΧΡΟΝ. ΣΤΙΓΜΗ	
		A	I	T	ΗΜΕΡΟΜ	ΩΡΑ

Σχήμα 7.4 Βάση αποθήκευσης απαντήσεων του χρήστη

ΒΔ2

συμπέρασμα	ΓΕΓΟΝΟΣ			Πιθανότητα
	A	I	T	

Σχήμα 7.5 Βάση με την πιθανότητα γεγονότος ανά συμπέρασμα

ΒΔ3

Συμπέρασμα	Πιθανότητα

Σχήμα 7.6 Βάση με προγενέστερες πιθανότητες ενός συμπεράσματος

7.4 ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Με το φόρτωμα της ΒΓ το σύστημα πρέπει να ενημερώσει τους πίνακες 7.1 και 7.2. Την εργασία αυτή την αναλαμβάνει το ΣΔΒΔ για λογαριασμό του συστήματος αναπαράστασης του ΕΣ. Μετά το τέλος της εύρεσης ενός συμπεράσματος από το ΕΣ ο μηχανισμός επεξήγησης, σε συνεργασία με τον ενδιάμεσο μηχανισμό ΕΣ-ΣΔΒΔ, στέλνει στο ΣΔΒΔ όλες τις θετικές απαντήσεις του χρήστη για να καταχωριστούν στις αντίστοιχες βάσεις.

Ένα ερώτημα που δημιουργείται είναι ποιός ο λόγος της καταχώρισης του χρόνου. Σε ορισμένες περιπτώσεις ο ειδικός επιστήμονας π.χ. ο ιατρός, μπορεί να λαμβάνει υπόψη του τον χρόνο με την έννοια της εποχής. Έτσι η πιθανότητα να εμφανίσει κάποιος γρίπη τον Αύγουστο είναι σαφώς μικρότερη από αυτήν κατά τον Δεκέμβριο. Επίσης η εμφάνιση μιας επιδημίας αυξάνει την προγενέστερη πιθανότητα. Με το τρόπο αυτό δίδεται η δυνατότητα δυναμικής αλλαγής των πιθανοτήτων αν και αυτό έχει και ορισμένους κινδύνους μια και εξαρτάται από τις απαντήσεις του χρήστη. Η αλλαγή αυτή των πιθανοτήτων μπορεί να μη γίνει δυναμικά αλλά σε διαστήματα που ο μηχανικός της γνώσης μαζί με τον ειδικό θα αποφασίσουν.

7.5 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Το σύστημα που περιγράψαμε ανωτέρω ενδείκνυται για διαγνωστικά ΕΣ, (Φυτοπαθολογία, Ιατρική), προγνωστικά ΕΣ (Μετεωρολογία) όπως επίσης για υποστήριξη συστημάτων αυτομάτου ελέγχου συνεχούς λειτουργίας. Επίσης μπορούμε να θεωρήσουμε ότι είναι εφοδιασμένο με ένα αυτόματο σύστημα μάθησης μια και μπορεί να τροποποιεί τη γνώση του. Ταυτόχρονα μπορεί να βγάζει συμπεράσματα από ελλιπή δεδομένα.

Ο προτεινόμενος συνδυασμός του ΕΣ με ένα Σύστημα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων (ΣΔΒΔ), ορίζει ένα Εμπειρο Σύστημα Βάσεων Δεδομένων. Ταυτόχρονα όμως επιλέγοντας ένα ΣΔΒΔ το οποίο διαχειρίζεται τα δεδομένα σε συνδυασμό με το χρόνο (βλέπε Lorentzos and Johnson, 1988), δίδεται στο όλο σύστημα η δυνατότητα δυναμικής αναπροσαρμογή της Βάσης Γνώσης με βάση τον χρόνο. Η δομή αυτή ορίζει μία νέα μορφή Βάσεων Γνώσης τις **Χρονικές Βάσεις Γνώσεις (ΧΒΓ)**. Στις ΧΒΓ θα δίδεται η δυνατότητα να αναπαριστάνεται η γνώση του συστήματος σε μία παρελθούσα χρονική στιγμή όπως επίσης και να εμφανίζεται η μεταβολή της γνώσης του συστήματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΔΟΜΗ ΒΑΣΗΣ ΓΝΩΣΗΣ ΥΠΟ ΜΟΡΦΗ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

8.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εσωτερική αναπαράσταση μιας ΒΓ κανόνων στην κεντρική μνήμη του υπολογιστή παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα όσον αφορά την ταχύτητα επεξεργασίας. Τούτο συμβαίνει επειδή οι αλγόριθμοι επεξεργασίας ΒΓ που είναι στην κεντρική μνήμη είναι ταχύτεροι αλλά και απλοί. Υπάρχει όμως ένα βασικό μειονέκτημα ιδιαίτερα για ΒΓ με μεγάλο αριθμό κανόνων. Όταν το ΕΣ είναι μέρος κάποιου Πληροφοριακού Συστήματος και το ΕΣ αλληλεπιδρά με τις κλασικές μηχανογραφικές εφαρμογές προκειμένου να αποφανθεί, το μειονέκτημα του μεγάλου αριθμού κανόνων καθίσταται ιδιαίτερα έντονο. Σε αυτές τις περιπτώσεις ο διαθέσιμος χώρος της κεντρικής μνήμης πιθανόν να είναι πολύ μικρός ή ανεπαρκής για να φορτωθεί η ΒΓ. Πρόβλημα επίσης υπάρχει και σε συστήματα μικρούπολογιστών, κάτω από MS DOS, με το όριο των 640KB. Στις περιπτώσεις αυτές το πρόβλημα αντιμετωπίζεται με μία τμηματοποίηση της ΒΓ και το φόρτωμα μπορεί να γίνει με επικαλύψεις (overlays). Για παράδειγμα αναφέρουμε το X13+. Οι Παναγιωτόπουλος και Τσιρόπουλος (1988), προτείνουν μια μέθοδο που χρησιμοποιεί περισσότερο την περιφεριακή μνήμη παρά την κεντρική για ΒΓ που υλοποιούνται μέσω Prolog.

Στο κεφάλαιο αυτό προτείνεται μια μέθοδος αναπαράστασης μιας ΒΓ βασισμένη σε κανόνες κάτω από ένα ΣΔΒΔ και συγκεκριμένα το DBIII+. Η μέθοδος αυτή είναι μία επέκταση της μεθόδου που περιγράφηκε στο κεφ.6.

8.2 Η ΔΟΜΗ ΤΩΝ ΑΡΧΕΙΩΝ

Στο κεφάλαιο 6 (παράγραφοι 6.2, 6.4) η δομή κάθε κόμβου, υπό μορφή εγγραφής (record) επιτρέπει τη σχετικά εύκολη υλοποίηση σε σχεσιακό σύστημα ΒΔ. Αρχική απαίτηση για την υλοποίηση είναι η χρήση κλειδιών για το μονοσήμαντο της κάθε εγγραφής αλλά και τη συσχέτισή της με εγγραφές άλλων αρχείων. Παρακάτω θα περιγραφούν οι διάφορες σχέσεις που απαιτούνται για την αναπαράσταση της ΒΓ.

rules

Rule_id	Rule_name	Rule_type	Checked	Inf_val

Οπου:

Rule_id : Η ταυτότητα του κανόνα.

Rule_name : Το όνομα του κανόνα

Rule_type : Ο τύπος του κανόνα που δηλώνει αν ο κανόνας είναι ενεργός ή όχι.

Checked : Ένα πεδίο που δηλώνει αν ο κανόνας έχει ήδη ελεγχθεί.

Inf_val : Η τιμή που προκύπτει από μία διαδικασία εξαγωγής συμπεράσματος.

rule_concl

Rule_id	Object	Attribute	Value

Στη σχέση rule_concl καταχωρούνται ένα ή περισσότερα συμπεράσματα κάθε κανόνα που θα ισχύουν όταν επαληθευθεί ο κανόνας.

Όπου:

Rule_id : Ένας αύξων αριθμός που δίδεται από το σύστημα και αποτελεί την ταυτότητα του κανόνα.

Object : Το αντικείμενο της τριάδας (A-I-T) του συμπεράσματος, ή η πρόταση συμπεράσμα.

Attribute : Η ιδιότητα της τριάδας (A-I-T) του συμπεράσματος.

Value : Η τιμή της τριάδας (A-I-T) του συμπεράσματος.

rule_cond

Rule_id	Order	Obj_id	Attribute	Value

Στη σχέση αυτή καταχωρούνται οι συνθήκες κάθε κανόνα με τη διάταξη που ορίζει ο χρήστης.

Όπου:

Rule_id : Η ταυτότητα του κανόνα.

Order : Η σειρά διάταξης της συνθήκης.

Obj_id : Η ταυτότητα του αντικειμένου της τριάδας (A-I-T) της συνθήκης, ή της πρότασης της συνθήκης

Attribute : Η ιδιότητα της τριάδας (A-I-T) της συνθήκης.

Value : Το κλειδί της τιμής του αντικειμένου της συνθήκης που δείχνει στη σχέση ob_value όπου ευρίσκονται αποθηκευμένα τα λεκτικά των τιμών.

facts

Obj_id	object	P_attribute	Ob_type

Στη σχέση αυτή καταχωρούνται όλα τα γεγονότα που μπορούν να υπάρξουν με βάση τα αντικείμενα και τις ιδιότητες των συνθηκών

Obj_id : Η ταυτότητα(κωδικός) του αντικειμένου που είναι ένας σειριακός αριθμός

Object : Το αντικείμενο της τριάδας (A-I-T)

Attribute : Η ιδιότητα της τριάδας (A-I-T) που δηλώνει κατάφαση σε μία σύνθήκη.

Ob_type : Ο τύπος του αντικειμένου, σε σχέση με την απάντηση του χρήστη (δηλαδή αν την απάντηση θα την δώσει άμεσα ο χρήστης (τιμή=0) ή θα είναι αποτέλεσμα κάποιου κανόνα (τιμή=1).

ob_value

Obj_id	Val_id	Value	Inf_val

Στη σχέση αυτή καταχωρούνται όλες οι τιμές που μπορεί να πάρει ένα αντικείμενο στη ΒΓ σε σχέση με την καταφατική ιδιότητα που ορίζεται στη σχέση Fact με το ίδιο Fact_id.

Obj_id : Η ταυτότητα του αντικειμένου που είναι ένας σειριακός αριθμός

Val_id : Η ταυτότητα της τιμής του αντικειμένου.

Value : Η τιμή που αποδίδεται στο αντικείμενο με βάση την ιδιότητα που ορίζεται από το αντίστοιχο Fact_id στη σχέση Facts

Inf_val : Η τιμή που απορρέει από την μία διαδικασία εξαγωγής συμπεράσματος ή μία απάντηση του χρήστη

8.3 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Ως παράδειγμα εκλέγεται μια Βάση Γνώσης αποτελούμενη από πέντε κανόνες προσδιορισμού τεσσάρων ορυκτών.

```

RULE Γραφίτης
IF το ορυκτό έχει ασθενές χρώμα
AND ο τόνος του χρώματος είναι έντονος λευκός έως τεφρόλευκος
AND ο πλεοχροϊσμός είναι ισχυρός
AND η σκληρότητα είναι μικρή
AND το χρώμα ανισοτροπίας είναι ανοιχτό καστανοκίτρινο
THEN το ορυκτό πρέπει να είναι Γραφίτης

```

```

RULE Πυρολουσίτης
IF το ορυκτό έχει ασθενές χρώμα
AND ο τόνος του χρώματος είναι κίτρινος
AND ο πλεοχροϊσμός είναι ασθενής
AND η ανισοτροπία είναι ισχυρή
AND η ανακλαστική ικανότητα είναι μέτρια
THEN το ορυκτό πρέπει να είναι Πυρολουσίτης

```

```

RULE Αιματίτης
IF το ορυκτό έχει ασθενές χρώμα
AND ο τόνος του χρώματος είναι κυανότεφος
AND ο πλεοχροϊσμός είναι ασθενής
AND η ανισοτροπία είναι ισχυρή
AND η ανακλαστική ικανότητα είναι μέτρια
AND υπάρχουν εσωτερικές ανακλάσεις
AND το χρώμα εσωτερικών ανακλάσεων είναι αιματέρυθρες
AND η σκληρότητα είναι μεγάλη
AND υπάρχει πολυδυμία
THEN το ορυκτό πρέπει να είναι Αιματίτης

```

```

RULE Ασθενές χρώμα
IF ο τύπος χρώματος είναι ασθενώς έγχρωμο
OR ο τύπος χρώματος είναι ασθενώς λευκό
OR ο τύπος χρώματος είναι ασθενώς τεφρό
THEN το ορυκτό έχει ασθενές χρώμα

```

Ο τελευταίος κανόνας είναι ένα παθητικός κανόνας (υποκανόνας) διότι το συμπέρασμά του χρησιμοποιείται ως συνθήκη στου τρεις προηγούμενους κανόνες. Μετά την διαδικασία αναπαράστασης της ΒΓ σε μορφή Βάσης Δεδομένων (ΒΔ) οι σχέσεις θα έχουν την μορφή.

rules

Rule_id	Rule_name	Rule_type	Checked	Inf_val
1	Γραφίτης	0		
2	Πυρολουσίτης	0		
3	Αιματίτης	0		
4	Ασθενές χρώμα	1		

rule_concl

Rule_id	Object	Attribute	Value
1	το ορυκτό πρέπει να	είναι	Γραφίτης
2	το ορυκτό πρέπει να	είναι	Πυρολουσίτης
3	το ορυκτό πρέπει να	είναι	Αιματίτης
4	το ορυκτό έχει ασθενές χρώμα		

facts

Obj_id	object	P_attr	Ob_type
1	το ορυκτό έχει ασθενές χρώμα		1
2	ο τόνος του χρώματος	είναι	0
3	ο πλεοχροϊσμός	είναι	0
4	η σκληρότητα	είναι	0
5	το χρώμα ανισοτροπίας	είναι	0
6	η ανισοτροπία	είναι	0
7	η ανακλαστική ικανότητα	είναι	0
8	υπάρχουν εσωτερικές ανακλάσεις		0
9	το χρώμα εσωτερικών ανακλάσεων	είναι	0
10	υπάρχει πολυδυμία		0
11	ο τύπος χρώματος	είναι	0

ob_value

Obj_id	val_id	value	Inf_val
1	1		
2	1	έντονος λευκός έως τεφροκίτρινος	
2	2	κίτρινος	
2	3	λευκοκίτρινος	
3	1	ασθενής	
3	2	ισχυρός	
4	1	μεγάλη	
4	2	μικρή	
5	1	ανοιχτό καστανοκίτρινο	
6	1	ισχυρή	
7	1	μέτρια	
8	1		
9	1	αιματέρυθρο	
10	1		

rule_cond

Rule_id	Order	Obj_id	Attribute	Value
1	1	1		
1	2	2	είναι	έντονος λευκός έως τεφρόλευκος
1	3	3	είναι	ισχυρός
1	4	4	είναι	μικρή
1	5	5	είναι	ανοιχτό καστανοκίτρινο
2	1	1		
2	2	2	είναι	κίτρινος
2	3	3	είναι	ασθενής
2	4	6	είναι	ισχυρή
3	1	1		
3	2	2	είναι	κυανότεφος
3	3	3	είναι	ασθενής
3	4	6	είναι	ισχυρή
3	5	7	είναι	μέτρια
3	6	8		
3	4	9	είναι	αιματέρυθρο
3	4	4	είναι	μεγάλη
3	4	10		
4	1	11	είναι	ασθενώς έγχρωμο
4	1	11	είναι	ασθενώς λευκό
4	1	11	είναι	ασθενώς τεφρό

Στην τελευταία σχέση το πεδίο value στην πράξη αντικαθίσταται από το κλειδί της αντιστοιχής τιμής στη σχέση ob_value.

8.4 ΙΔΙΑΙΤΕΡΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ

Η υλοποίηση της ενός μέρους της παραπάνω δομής έγινε σε αρχεία DbaseIII+ . Τα προγράμματα έγιναν σε Clipper, χωρίς αυτό να απαγορεύει την υλοποίηση σε άλλο ΣΔΒΔ. Βασική βέβαια απαίτηση οι συναρτήσεις και οι διαδικασίες να έχουν τη δυνατότητα αναδρομικής(recursive) εκτέλεσης. Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται στην υλοποίηση για τη **διατήρηση** της τρέχουσας θέσης μέσα σε κάθε αρχείο που χειρίζεται το σύστημα. Τούτο επιβάλλεται (α) όταν ο χρήστης ζητά από το σύστημα να εξηγήσει "γιατί" κάνει μία ερώτηση και (β) όταν το σύστημα προκειμένου να επιβεβαιώσει μία συνθήκη εξετάζει ένα παθητικό κανόνα. Στις περιπτώσεις αυτές το σύστημα προκειμένου να αναπαραστήσει τον κανόνα που επεξεργάζεται, ανάγκάζεται να μετακινηθεί από τις σχετικές θέσεις του στις αντίστοιχες σχέσεις (αρχεία). Αυτό δεν είναι απαραίτητο σε μία υλοποίηση στην κεντρική μνήμη του υπολογιστή μια και η αναφορά, σε μία άλλη διεύθυνση στη μνήμη, δεν μετακινεί τον έλεγχο σε αυτή τη διεύθυνση.

ΜΕΡΟΣ ΙΙ

**ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΜΠΕΙΡΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι πρόσφατες εξελίξεις της τεχνολογίας, τόσο στο υλικό όσο και στο λογισμικό, επιτρέπουν τη χρήση του υπολογιστή σε προβλήματα που απαιτούν από το σύστημα δυνατότητα επιλογής και κρίσης. Τα προβλήματα αυτά χαρακτηρίζονται ως ιδιαίτερα δύσκολα και δεν αντιμετωπίζονται με τις μεθόδους της κλασικής Επεξεργασίας Πληροφοριών, ανεξάρτητα από τις δυνατότητες του χρησιμοποιούμενου συστήματος.

Τα τελευταία χρόνια, η δημοσίευση άρθρων σε επιστημονικά και μη περιοδικά, σχετικά με τα Εμπειρα Συστήματα (ΕΣ) έχει αυξηθεί εκθετικά. Είναι λογικό λοιπόν να εξετάζει κανείς πώς θα κάνει καλύτερη χρήση αυτής της συσσωρευμένης γνώσης και πώς θα αξιοποιήσει τα ΕΣ. Ιδιαίτερα, η διαπίστωση αυτή ισχύει για επιστημονικά αντικείμενα και δραστηριότητες που απαιτούν εξειδικευμένη γνώση σε ένα ευρύ φάσμα επιστημονικών αντικειμένων.

Ενας επιστημονικός τομέας με δυνατότητα ανάπτυξης εφαρμογών Τεχνητής Νοημοσύνης και ειδικότερα ΕΣ είναι η Γεωργία (Harse (1988)). Ενδεικτικά αναφέρονται οι κλάδοι της Φυτοπαθολογίας, Βοτανικής, Εντομολογίας, Γεωργικής Οικονομίας, Κτηνοτροφίας, κλπ. Η σωστή εφαρμογή ΕΣ στους ανωτέρω κλάδους της Γεωργίας άλλων χωρών έχει δώσει σημαντικά αποτελέσματα στην έρευνα και στην παραγωγική διαδικασία. Συγκεκριμένα παραδείγματα έτοιμων προϊόντων είναι ήδη διαθέσιμα στην αγορά (βλέπε McClure, (1991a),(1991b),(1992)).

Η ανάλυση σύγχρονων Πληροφοριακών Συστημάτων (ΠΣ) σε ευρείς χώρους εφαρμογής της Γεωργίας, όπως τα ΠΣ των τομεακών Διευθύνσεων του ΥΠΓΕ, το σύστημα Videotex του ΥΠΓΕ (βλέπε Assimakopoulos (1991)), οι Γεωργικοί

Συνεταιρισμοί (βλέπε Σιδερίδη και άλλους (1992), Sideridis et al (1992a)), το αποθηκευτικό σύστημα της ΑΤΕ, ανάλυση φυτοφαρμάκων (βλέπε Sideridis et al (1992b)), απαιτούν και σήμερα λόγω της συνθετότητας του αντικειμένου την υλοποίηση όχι μόνο ΕΣ αλλά και Εμπειρα Συστήματα Βάσεων Δεδομένων (ΕΣΒΔ) (βλέπε κεφάλαιο 5 παρ. 5.4). Επίσης η σύνδεση ΕΣ και συστημάτων προσομοίωσης είναι απαραίτητη για λύση συνθετότερων προβλημάτων που έχουν σχέση με την παραγωγή και τη φυτοπροστασία (βλέπε Batchelor et al,(1992)).

Ιδιαίτερα για μια γεωργική χώρα, όπως η Ελλάδα, η χρησιμοποίηση ΕΣ θα μπορούσε να βοηθήσει σημαντικά στην επίτευξη του στόχου, για αύξηση της παραγωγικότητας στη Γεωργία. Η ευρύτητα και η συνθετότητα του γεωπονικού αντικειμένου και η έλλειψη ικανού αριθμού ειδικών γεωπόνων για την κάλυψη των αναγκών της Ελληνικής Γεωργίας είναι ένας άλλος, σπουδαίος λόγος, για την προώθηση της έρευνας και των εφαρμογών των ΕΣ.

Η εξέλιξη στον τομέα των ΕΣ, γενικά, είναι όντως σημαντική. Εντούτοις, η διείσδυσή τους στην Ελληνική Γεωργία είναι μηδενική. Ο γεωπόνος, στην άσκηση του καθημερινού πολυσχιδούς έργου του, χρειάζεται πολλές φορές την εξειδικευμένη γνώση του ειδικού γεωπόνου. Η γνώση αυτή μπορεί να διαχέεται μέσω των καταλλήλων ΕΣ. Επομένως η παρατήρηση των Michie (1982) και Walker (1986) σύμφωνα με την οποία "... από το ΕΣ περιμένουμε σήμερα να είναι σε θέση όχι μόνο να ανανεώνει και βελτιώνει την αποθηκευμένη του γνώση και εμπειρία αλλά και να τη μεταδίδει" είναι ιδιαίτερα επίκαιρη. Με βάση τα ανωτέρω, θα προσδιορίσουμε:

- τις απαιτήσεις μας από ένα σύγχρονο ΕΣ, ικανό να υποστηρίξει σημαντικές ανάγκες και δραστηριότητες στη Γεωργία και
- τις εξειδικευμένες περιοχές της Γεωργίας στις οποίες η χρήση ΕΣ θα είναι χρήσιμη και αποτελεσματική.

Συγκεκριμένα, από ένα ΕΣ θα απαιτήσουμε :

- α. Να λύνει προβλήματα που απαιτούν τη γνώση ειδικού γεωπόνου.
- β. Να παρέχει εναλλακτικές λύσεις και να τις τεκμηριώνει.
- γ. Να διαθέτει ευελιξία στη σύλληψη και πρόσκτηση νέας γνώσης.
- δ. Να βοηθά στη μετάδοση της γνώσης στο γενικό γεωπόνο και τους συνεργάτες του και, για το σκοπό αυτό,
- ε. Να παρουσιάζει τη γνώση του, με εύκολο και καταληπτό τρόπο, στη φυσική μας γλώσσα.

Ο αριθμός των διαθέσιμων στην αγορά ΕΣ καθιστά αναγκαία την εκτεθείσα σαφή προδιαγραφή των απαιτήσεών μας από αυτά έτσι ώστε, εκ του ασφαλούς, να κάνουμε ορθολογική επιλογή και χρήση ΕΣ σε εξειδικευμένους τομείς της Επιστήμης. Η ανάπτυξη νέων προϊόντων, που θα καλύψουν πραγματικές ανάγκες στην Ελληνική Γεωργία, θα αποβεί ωφέλιμη στην παραγωγική όπως επίσης, και στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Πολλά από τα υπάρχοντα έτοιμα ΕΣ δεν καλύπτουν όλες τις παραπάνω δυνατότητες, είναι όμως αξιοποιήσιμα. Συνεπώς, για να εκτιμήσουμε και αξιολογήσουμε την καταλληλότητα ενός ΕΣ, για το χώρο αυτό με τα ειδικά προβλήματα και τη μεγάλη ευρύτητα, θα πρέπει να διαπιστώσουμε εάν καλύπτει μέρος ή όλες τις ανωτέρω προϋποθέσεις.

Οι επιστημονικές περιοχές της Γεωργίας που έχουμε εντοπίσει, παρουσιάζουν ιδιαίτερο θεωρητικό ενδιαφέρον αλλά και υποστηρίζουν μία πληθώρα εφαρμογών μεγάλης σημασίας για τη χώρα. Τα δύο αυτά στοιχεία προσδίνουν επικαιρότητα και αναγκαιότητα ανάπτυξης αντίστοιχων ΕΣ. Παράλληλα, θέτουν τις προϋποθέσεις μίας επιστημονικής και τεχνολογικής, ταυτόχρονα, προσέγγισης μεγάλης οικονομικής σημασίας και επιπτώσεων σε παραδοσιακούς χώρους δουλειάς.

Ιδιαίτερη σημασία δίνεται στην ανάλυση των χαρακτηριστικών των εφαρμογών που καλύπτουν οι ανωτέρω επιστημονικοί κλάδοι. Η ανάλυση αυτή περιλαμβάνει τη διερεύνησή τους ώστε να καθοριστούν, όσο το δυνατόν πληρέστερα, οι απαιτούμενες Βάσεις Γνώσης. Οι βάσεις αυτές θα περιλαμβάνουν:

- τα δεδομένα, τις ιδιότητες και τις σχέσεις τους,
- τους κανόνες για τις σχέσεις, υπολογισμούς και λογικούς συνδυασμούς γεγονότων και ενεργειών που βασίζονται σε αυτά και
- στρατηγικές ώστε να αντιμετωπίζονται, με αυτόματη αιτιολογημένη δράση, οι ανάγκες των εφαρμογών στην πορεία της εξέλιξής τους.

Τομείς εφαρμογής ΕΣ στη Γεωργία

Τα ΕΣ που μπορούν αναπτυχθούν για την κάλυψη αναγκών της Ελληνικής Γεωργίας κατατάσσονται στις εξής κατηγορίες:

Διαγνωστικά-προγνωστικά ΕΣ

Τα συστήματα αυτά θα υποστηρίξουν τους τομείς Φυτοπαθολογίας, Μικροβιολογίας, Γεωργοφαρμακολογίας, Γεωργικής Μετεωρολογίας, Γεωργικών Βιομηχανιών, κλπ.

Η φυτοπαθολογία είναι ένας ιδιαίτερα σημαντικός επιστημονικός τομέας της Γεωργίας και προσφέρεται για την ανάπτυξη διαγνωστικών ΕΣ. Ασχολείται με τη διάγνωση των ασθενειών των φυτών με βάση κάποια συμπτώματα που μπορεί να είναι ορατά είτε να ανιχνεύονται μέσω εργαστηριακών αναλύσεων. Το δεύτερο βήμα, μετά την διάγνωση της ασθένειας είναι και η σωστή αντιμετώπιση της με την χρήση πολλές φορές με τη χρήση των καταλλήλων φυτοφαρμάκων. Ο Hau (1991) ισχυρίζεται ότι το πρόβλημα της διάγνωσης των ασθενειών των φυτών μπορεί να λυθεί μέσω των ΕΣ.

Από την ανωτέρω ανάλυση προκύπτει ότι ένα ΕΣ στο χώρο της φυτοπαθολογίας έχει δυνατότητα εφαρμογής αφενός μεν στο χώρο παράγωγής από το χρήστη γεωπόνο, αφετέρου δε σ'ένα περιβάλλον εκπαίδευσης γεωπόνων. Το όλο σύστημα μπορεί να υποστηριχθεί με ταυτόχρονη χρήση interactive video disk. Στο video disk θα είναι αποθηκευμένες εικόνες φυτών με τα διάφορα συμπτώματα ασθενειών. Η εμφάνιση εικόνας του φυτού με τα συγκεκριμένα συμπτώματα στην έγχρωμη οθόνη του υπολογιστή θα μπορεί να φέρνει το γεωπόνο πιό κοντά στην πραγματικότητα.

Στις Γεωργικές Βιομηχανίες μπορούν να αναπτυχθούν ΕΣ για τον έλεγχο και τη βελτίωση της ποιότητας διαφόρων προϊόντων όπως π.χ. των γαλακτοκομικών, των κρασιών, κλπ. Τα ΕΣ μπορούν να αξιοποιηθούν, επίσης, στη γραμμή παραγωγής των Γεωργικών Βιομηχανιών.

Στα διαγνωστικά ΕΣ έχουμε διαγνωστική πληροφόρηση η οποία, σύμφωνα με τον Harsh (1986), απαντά στο ερώτημα "Ποιό είναι το λάθος". Η πληροφόρηση πρόγνωσης, που προέρχεται από τα αντίστοιχα προγνωστικά ΕΣ, απαντά στο ερώτημα "Τι θα γίνει εάν;" και μπορεί να έχει εφαρμογές από τη Γεωργική Μετεωρολογία (βλέπε Magnus et al (1991), Hau,(1991)) έως και την Γεωργική Οικονομία όπως για παράδειγμα τον έλεγχο απόδοσης μιας επιχειρηματικής προσπάθειας (βλέπε Σιδεριδη (1990)).

Συστήματα Επιχειρησιακά - Ελέγχου

Ο Οργανισμός FAO του ΟΗΕ , σε στενή συνεργασία με την NASA και διάφορα Πανεπιστήμια, πειραματίζεται από το 1978 σε τεχνικές εκτίμησης δεδομένων μακράς απόστασης για την πρόβλεψη φαινομένων στην ατμόσφαιρα και την επιφάνεια της Γης που σχετίζονται κυρίως με την προστασία των τροφίμων, ζωοτροφών και καλλιεργειών (βλέπε FAO (1987), Hielkema (1988)). Στην κατηγορία

αυτή επίσης ανήκουν τα ΕΣ προειδοποίησης (βλέπε Magnus et al (1991)), ψεκασμών, ελέγχου θερμοκηπίων, κλπ.

Συμβουλευτικά ΕΣ

Η Γεωργική Οικονομία προσφέρεται για την ανάπτυξη συμβουλευτικών ΕΣ. Τομέας ευραύτατης εφαρμογής είναι η αξιολόγηση επενδύσεων και η Αγροτική Πίστη. Επίσης, συμβουλευτικά ΕΣ μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο στάδιο σχεδιασμού και λήψης απόφασης για την υλοποίηση της Αγροτικής Πολιτικής. Συγκεκριμένα, με βάση τα στοιχεία των καλλιεργούμενων εκτάσεων (εδαφολογικά, κλιματολογικά, αρδευτικά, υδατίνων πόρων, κλπ.) και τις ειδικές απαιτήσεις για ανάπτυξη και ικανοποιητική παραγωγή των διαφόρων γεωργικών προϊόντων, τα συστήματα μπορούν να δίνουν κατευθύνσεις που αφορούν εναλλακτικές καλλιέργειες. Επίσης, μέσω των ΕΣ,

- θα αντικειμενικοποιηθεί η πολιτική τιμών με την παρέμβαση της Πολιτείας στην αγορά και τη διαμόρφωσή τους,
- θα καθορίζονται οι εισοδηματικές ενισχύσεις,
- θα επιδοτούνται τα μέσα παραγωγής σε μειονεκτικές περιοχές και,
- θα επανακαθορίζονται οι καλλιεργούμενες εκτάσεις για κάθε προϊόν ανάλογα με τη ζήτηση της αγοράς και τη διαμόρφωση τιμών στην εσωτερική και στη διεθνή αγορά, κλπ.

Συμβουλευτικά ΕΣ μπορούν επίσης να βοηθήσουν σε θέματα επιλογής των καταλλήλων λιπασμάτων (βλέπε Verrier and Failla (1992)) και γενικότερα σε θέματα καλλιεργητικών φροντίδων (βλέπε Lambert (1992)). Στην Φυτοπροστασία και στην Οικολογία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μείωση των φυτοφαρμάκων (Frahm et al, 1991) που έχει και οικονομικά οφέλη για το αγρότη και τη εθνική οικονομία γενικότερα. Τέλος, προβλήματα διαχείρισης και επιλογής ζώων για σφαγή (βλέπε

Oltjen et al (1990)), όπου συνεργάζονται μοντέλα προσομοίωσης και ΕΣ, θα βοηθηθούν από περαιτέρω έρευνα στην περιοχή των συμβουλευτικών ΕΣ.

ΕΣ Ταξινόμησης

Τομείς εφαρμογής των συστημάτων αυτών είναι η Συστηματική Βοτανική, η Εντομολογία, η Εδαφολογία, κλπ. Τα συστήματα ταξινόμησης μπορούν να βοηθήσουν στην αναγνώριση και την κατάταξη φυτικών οργανισμών, εντόμων ή εδαφών. Η χρησιμότητά τους έγκειται στην ταχύτητα και ακρίβεια προσδιορισμού. Η ταξινόμηση στην Εδαφολογία, (βλέπε Κόλλια (1980, 1988)), επιτρέπει την σωστή χρήση του εδάφους για καλλιέργεια όπως επίσης και τη σωστή λίπανσή του. Ο προσδιορισμός ενός εντόμου ή ενός αυτοφυούς φυτού θα επιτρέψει στο γεωπόνο να κάνει μία σωστή επιλογή φυτοφαρμάκου για τη σωστή αντιμετώπισή τους.

Για την καλύτερη μελέτη των ανωτέρω κατηγοριών ΕΣ, στα κεφάλαια που ακολουθούν, εξετάζουμε αντιπροσωπευτικούς τομείς εφαρμογής στη Γεωργία. Ειδικότερα αναλύουμε, στο δέκατο κεφάλαιο, τη μεθοδολογία ανάπτυξης ΕΣ και αναπτύσσουμε δύο παραδείγματα διαγνωστικών ΕΣ, ένα στη Φυτοπαθολογία και ένα στην Οινολογία. Με τον τρόπο αυτό τονίζουμε την ευρύτητα των εφαρμογών των ΕΣ τόσο σε ένα καθαρά επιστημονικό τομέα, όπως η Φυτοπαθολογία, όσο και σε ένα τομέα όπου, παράλληλα με την επιστημονική, αξιόποιείται και η συσσωρευμένη τεχνική και εμπειρία. Ομοίως, στο ενδέκατο κεφάλαιο, αναλύουμε το φυσικό πρόβλημα και παρουσιάζουμε το αντίστοιχο συμβουλευτικό ΕΣ σε ένα κλάδο της Γεωργικής Οικονομίας, την Αγροτική Πίστη. Τέλος, στο δωδέκατο κεφάλαιο, εξετάζουμε τα ΕΣ ταξινόμησης μέσω ενός παραδείγματος από τις ταξινομικές κλειδες της Συστηματικής Βοτανικής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΑ ΕΜΠΕΙΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

10.1 ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΤΗ ΦΥΤΟΠΑΘΟΛΟΓΙΑ

10.1.1 Εισαγωγή

Η ανάπτυξη των ΕΣ και η συνεχής βελτίωσή τους είχε ως άμεσο αποτέλεσμα την επέκταση των εφαρμογών τους σε υψηλά εξειδικευμένες επιστημονικές περιοχές. Η φυτοπροστασία και ειδικότερα η φυτοπαθολογία είναι ένας σημαντικός επιστημονικός χώρος που προσφέρεται για την ανάπτυξη διαγνωστικών ΕΣ (βλέπε Latin et al (1987), Whitaker and Thieme (1990), Hoshi and Kozai (1988), κλπ.).

Η χρήση των διαγνωστικών ΕΣ μπορεί να βοηθήσει αποτελεσματικά το γεωπόνο στη διάγνωση μιας ασθένειας ενός φυτού. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί και ως εκπαιδευτικό εργαλείο στη φυτοπαθολογία.

Όπως είναι γνωστό, ο κύριος σκοπός της φυτοπαθολογίας είναι η διάγνωση και η αντιμετώπιση των ασθενειών των φυτών που προκαλούνται από παρασιτικές και μη αιτίες, όπως ιοί, μύκητες, βακτήρια. Η διάγνωση επιτυγχάνεται με την παρατήρηση συμπτωμάτων με γυμνό οφθαλμό, μεγενθυτικό φακό, μικροσκόπιο όπως επίσης και με εργαστηριακές εξετάσεις. Μερικές φορές λαμβάνονται υπόψη διάφοροι φυσικοί και χημικοί παράγοντες όπως υγρασία, θερμοκρασία, οξύτητα του εδάφους, κλπ. Οι παράγοντες αυτοί μερικές φορές είναι ικανοί να οδηγήσουν την σκέψη του ειδικού προς κάποιες ασθένειες (η ύπαρξη υψηλής υγρασίας ευνοεί την ανάπτυξη των μυκήτων) ή να απορρίψουν την κάποιες, ή να το οδηγήσουν για επιμέρους ευρήματα. Με βάση όλα τα προηγούμενα ο ειδικός προσπαθεί να προσδιορίσει την παθογόνο αιτία που προκάλεσε την ασθένεια και να προτείνει την κατάλληλη αντιμετώπιση. Πρέπει να τονισθεί ότι η διάγνωση που βασίζεται στην παρατήρηση

των συμπτωμάτων μπορεί να είναι από εύκολη έως αδύνατη (Hau,1991) ενώ σε μερικές ασθένειες είναι απαραίτητες ειδικές βιολογικές εργαστηριακές αναλύσεις.

Κατά τον Agrios, (1978), οι ασθένειες μπορούν να ταξινομηθούν σύμφωνα με:

- Τα συμπτώματα που προκαλούν.
- Τα όργανα που προσβάλλουν.
- Τα είδη των φυτών που προσβάλλουν.
- Το είδος του αιτίου που προκαλεί την ασθένεια.

Επίσης μπορούν να ταξινομηθούν σε:

- Μεταδοτικές ασθένειες δηλ. όσες προκαλούνται από μύκητες, ιούς, βακτήρια, κλπ.
- Μη μεταδοτικές ασθένειες δηλ. όσες προκαλούνται από φυσικοχημικά αίτια όπως τοξικότητες εδάφους, τροφοπενίες, κλπ.

Η διάγνωση στη φυτοπαθολογία μπορεί να θεωρηθεί ότι ξεκινά με την παρατήρηση κάποιων συμπτωμάτων, σημείων ή συνδρόμων τα οποία δηλώνουν την ύπαρξη ενός προβλήματος στο φυτό. Η παρουσία ενός εκάστου των συμπτωμάτων μπορεί να προέρχεται από μία ή περισσότερες πιθανές ασθένειες. Ο φυτοπαθολόγος πρέπει πρώτα να καθορίσει κατά πόσο η ασθένεια είναι μεταδοτική που προέρχεται από κάποιο παθογόνο ή προέρχεται από κάποιο περιβαλλοντικό παράγοντα (βλέπε Agrios (1978)). Σε μερικές περιπτώσεις υπάρχουν τυπικά συμπτώματα άμεσα παρατηρούμενα, τα οποία οδηγούν όχι μόνο στην ασθένεια αλλά και στο παθογόνο που την προκάλεσε (βλέπε Agrios (1978), Dickinson and Lucas (1982), Παναγόπουλο (1989)). Σε άλλες περιπτώσεις ο ειδικός πρέπει να απορρίψει κάποιες από τις πιθανές ασθένειες και να προχωρήσει στην επιλογή της πλέον πιθανότερης.

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται μία ταξινόμηση της γνώσης όπως επίσης

και μία μεθοδολογία για τη σύλληψη της γνώσης στη φυτοπαθολογία. Με τη μεθοδολογία αυτή ο φυτοπαθολόγος έχει τη δυνατότητα του άμεσου ελέγχου της γνώσης που θα αποκτήσει το σύστημα πριν ακόμη αυτή εισαχθεί σε αυτό. Με το τρόπο αυτό βοηθείται η επικοινωνία φυτοπαθολογού και μηχανικού της γνώσης με αποτέλεσμα την ευκολία στην ανάπτυξη ΕΣ στο χώρο αυτό.

10.1.2 Η ταξινόμηση της γνώσης στη φυτοπαθολογία

Σύμφωνα με τους Keravnou and Jonhson, (1989), δύο σημαντικά πράγματα λαμβάνουν μέρος σε μία διαγνωστική διαδικασία. Αυτά είναι τα ευρήματα ή δεδομένα που έχει ο ειδικός και τις υποθέσεις ή συμπεράσματα στα οποία μπορεί να οδηγηθεί. Οι Michalski et al (1983) συσχετίζουν στην αναπαράσταση της διαγνωστικής γνώσης στην φυτοπαθολογία με τις συνθήκες και τους κανόνες. Μια επισταμένη όμως εξέταση του μηχανισμού διάγνωσης ενός ειδικού στη φυτοπαθολογία οδηγεί στη κατάταξη της γνώσης του σε τρεις κατηγορίες, όπως και η αντίστοιχη διαγνωστική γνώση στη Ιατρική (βλέπε Kahney et al, (1989)).

α. Εμπειρική γνώση που αποκτάται και εμπλουτίζεται με τη εμπειρία δηλαδή με τη συνεχή αντιμετώπιση περιπτώσεων ασθενειών και τη συσχέτιση των συμπτωμάτων με τις ασθένειες καθώς, επίσης, και τις ασθένειες με τους τρόπους αντιμετώπισής τους. Η γνώση αυτή επίσης περιέχει τις διαδικασίες και αλγορίθμους που χρησιμοποιεί ο ειδικός μέσα στο εργαστήριο.

β. Βαθειά γνώση η οποία περιέχει την λειτουργική και δομική αναπαράσταση (βλέπε Mussi and Morpurgo (1990)) του συστήματος του φυτού. Ο φυτοπαθολόγος δε χρησιμοποιεί μόνο την εμπειρική γνώση για να συσχετίσει συμπτώματα με ασθένειες αλλά γνωρίζει επίσης τι συμβαίνει στον οργανισμό του φυτού και έχει ως αποτέλεσμα την εκδήλωση των

συγκεκριμένων συμπτωμάτων.

Η βαθειά γνώση χρησιμοποιείται από τον φυτοπαθολόγο για να κτίσει ένα μηχανισμό ο οποίος θα ερμηνεύει, θα ελέγχει και θα αξιολογεί τα συμπεράσματα τα οποία συνάγονται από τη χρήση της εμπειρικής γνώσης. Η βαθειά γνώση χρησιμοποιείται επίσης όταν ειδικός προσπαθεί να κάνει διάγνωση μέσα από αβεβαιότητα και μη πλήρη δεδομένα (βλέπε Keravnou et al 1992) προκειμένου να προτείνει ένα σύνολο πιθανών ασθενειών, στην περίπτωση που δεν υπάρχουν αρκετά συμπτώματα για τον καθορισμό μίας και μόνο ασθένειας. Η βαθειά γνώση επίσης βρίσκεται πίσω από το ένστικτο του επιστήμονα που μπορεί, μερικές φορές, να κάνει μια διάγνωση δεν μπορεί όμως να την υποστηρίξει ή δεν μπορεί να εξηγήσει το συλλογισμό του. Η βαθειά γνώση περιέχει επίσης τις μεθόδους που χρησιμοποιεί ο φυτοπαθολόγος για την ταξινόμηση των ασθενειών, των συμπτωμάτων, κλπ.

γ. Στρατηγική γνώση που περιέχει τις μεθόδους επίλυσης των διαγνωστικών προβλημάτων. Με βάση τη γνώση αυτή ο φυτοπαθολόγος επιλέγει, με την παρατήρηση, τα διάφορα συμπτώματα και σημεία και απορρίπτει τα ψευδή. Η Στρατηγική γνώση περιέχει επίσης μεθόδους που μειώνουν τον αριθμό των ασθενειών που πρέπει να εξετάσει σε κάθε βήμα. Στη στρατηγική γνώση επίσης ανάγεται και η ορθή λήψη απόφασης για την αντιμετώπιση της ασθένειας.

Ο φυτοπαθολόγος χρησιμοποιεί την εμπειρική γνώση μέσω τη στρατηγικής γνώσης όταν υπάρχουν αρκετά συμπτώματα και συνθήκες για να επιτευχθεί η διάγνωση. Χρησιμοποιεί τη βαθειά γνώση για να απορρίψει ή να δεχθεί το αποτέλεσμα. Επίσης χρησιμοποιεί τη βαθειά γνώση για να προσπαθήσει να βρει συμπτώματα ή συνθήκες που δεν παρατηρούνται άμεσα.

10.1.3 Διαδικασία σύλληψης και ταξινόμησης της γνώσης

Η αποτελεσματικότητα και η αξιοπιστία ενός διαγνωστικού ΕΣ εξαρτάται από την ποσότητα και την ποιότητα της γνώσης που διαχειρίζεται, δηλαδή από τον αριθμό των ασθενειών και την κατάλληλη αναπαράσταση της γνώσης του ειδικού. Ο αριθμός των ασθενειών είναι σταθερός για το συγκεκριμένο φυτό και τις ασθένειες που θα εξετασθούν κατά τη λήψη της απόφασης. Είναι όμως πολύ σημαντικό η διαδικασία σύλληψης και ταξινόμησης της γνώσης να γίνει το συντομότερο δυνατόν και με μεγαλύτερη αξιοπιστία.

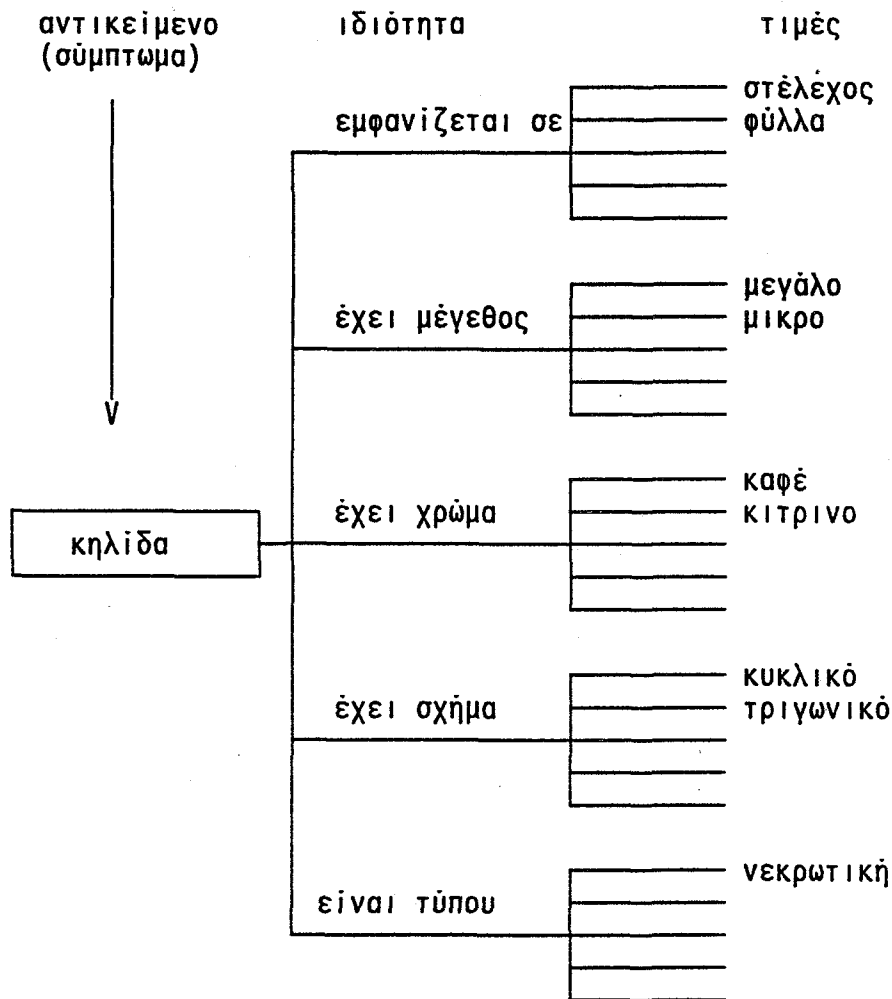
Αν και δεν μπορεί κανείς να έχει αυστηρή μεθοδολογία που να ισχύει απόλυτα για κάθε περίπτωση ομάδα (δένδρα, κηπευτικές καλλιέργειες κλπ), οι βασικές αρχές που αναπτύσσονται παρακάτω μπορούν να τηρηθούν. Με το τρόπο αυτό ο μηχανικός της γνώσης έχει ένα σχέδιο εργασίας και μπορεί να κάνει συγκεκριμένες ερωτήσεις στον ειδικό φυτοπαθολόγο. Ταυτόχρονα ο τελευταίος μπορεί να καταλάβει τη εργασία του πρώτου και να ελέγξει την ορθότητα των πληροφοριών πριν από την ανάπτυξη του συστήματος.

Σχεδιασμός της Βάσης Γνώσης

Η εμπειρική γνώση μπορεί να ταξινομηθεί σε τέσσερις βασικές κατηγορίες.

- α. Ένα σύνολο τελικών στόχων-συμπερασμάτων που αφορά τις ασθένειες.
- β. Ένα σύνολο συνθηκών (συμπτώματα, σημεία) που μπορούν να παρατηρηθούν και ειδικών περιβαλλοντικών παραγόντων όπως η θερμοκρασία, υγρασία, κλπ., που μπορούν να εμπλακούν στη διαδικασία της διάγνωσης.
- γ. Τους παράγοντες που έχουν σχέση με την ανάπτυξη του φυτού.
- δ. Ένα σύνολο συσχετίσεων μεταξύ των μελών των τριών προηγούμενων συνόλων σχηματίζουν τους κανόνες διάγνωσης. Κάθε συσχέτιση περιέχει ένα υποσύνολο των συνθηκών-παραγόντων των κατηγοριών β και γ.

Συμπτώματα



Σχήμα 10.1.1 Δενδρική αναπαράσταση των ιδιοτήτων ενός συμπτώματος και των τιμών του

Η ταξινόμηση και η ανάλυση των συμπτωμάτων είναι ένα πολύ σημαντικό στάδιο στη διαδικασία ανάπτυξης ενός ΕΣ. Θα πρέπει να τονισθεί ότι για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος *Αντικείμενο-Ιδιότητα-Τιμή* για την αναπαράσταση της γνώσης. Η μέθοδος αυτή μπορεί να εφαρμοσθεί σε συστήματα που βασίζονται σε κανόνες ή σε πλαίσια. Τα περισσότερα συμπτώματα έχουν μία ή περισσότερες ιδιότητες με μία ή περισσότερες τιμές ανά ιδιότητα. Η σημασιολογική αναπαράσταση των όρων αυτών φαίνεται στο σχήμα 10.1.1. Ο Μηχανικός της Γνώσης πρέπει να γνωρίζει κάθε σύμπτωμα και κάθε *τιμή* που μπορεί να πάρει αυτό. Στην πράξη δεν υπάρχει καθορισμένος τρόπος για να προσδιορισθούν οι ιδιότητες

ενός συμπτώματος. Ο Μηχανικός της Γνώσης, σε συνεργασία με τον Φυτοπαθολόγο, θα τις καθορίσουν και θα τις κατονομάσουν ανάλογα με την περίπτωση.

<p>Όνομασία συμπτώματος /σημείου:....Κηλίδα.....</p>	
<p>Προσβαλλόμενο μέρος φυτού (θέση εμφάνισης)</p>	
<p>1. φύλλο.....</p>	
<p>2. μίσχος.....</p>	
<p>3. στέλεχος</p>	
<p>4. καρπός.....</p>	
<p>5.</p>	
<p>6.</p>	
<p>Χαρακτηριστικά συμπτώματος/σημείου</p>	
<p>ΧΡΩΜΑ ΚΗΛΙΔΑΣ</p>	<p>ΜΟΡΦΗ ΚΗΛΙΔΑΣ</p>
<p>1. λευκό</p>	<p>1. νεκρωτική.....</p>
<p>2. κίτρινο.....</p>	<p>2. φάντασμα.....</p>
<p>3. καφέ.....</p>	<p>3. μωσαϊκού.....</p>
<p>4. μαύρο.....</p>	<p>4.</p>
<p>5.</p>	<p>5.</p>
<p>Χαρακτηριστικά συμπτώματος/σημείου</p>	
<p>ΜΕΓΕΘΟΣ ΚΗΛΙΔΑΣ.....</p>	<p>ΣΧΗΜΑ ΚΗΛΙΔΑΣ.....</p>
<p>1. μεγάλο.....</p>	<p>1. ακανόνιστο.....</p>
<p>2. μικρό.....</p>	<p>2. γωνιώδες.....</p>
<p>3.</p>	<p>3. κυκλικό.....</p>
<p>4.</p>	<p>4.</p>
<p>5.</p>	<p>5.</p>

Σχήμα 10.1.2 Φύλλο καταχώρισης συμπτώματος/σημείου

Οι πλέον κοινές ιδιότητες ενός συμπτώματος είναι:

εμφανίζεται σε, που δηλώνει το μέρος του φυτού όπου εμφανίζεται η προσβολή (σύμπτωμα),

έχει μέγεθος, που δηλώνει το μέγεθος του συμπτώματος,

έχει σχήμα, που δηλώνει το σχήμα του συμπτώματος,

έχει χρώμα, που δηλώνει το χρώμα του συμπτώματος,

είναι τύπου, που δηλώνει τον τύπο του συμπτώματος,
έχει μορφή, που δηλώνει τον μορφή του συμπτώματος.

Σύμφωνα με αυτή τη λογική, είναι χρήσιμο να γίνει συλλογή των πιθανών ιδιοτήτων και των τιμών τους ανεξάρτητα από τις ασθένειες. Στο σχήμα 10.1.2 παρουσιάζεται ένα φύλλο καταγραφής όπου ο φυτοπαθολόγος σε συνεργασία με τον ειδικό καταγράφει, με ένα τυποποιημένο τρόπο, κάθε πληροφορία που μπορεί να συσχετισθεί με ένα σύμπτωμα. Αυτό το φύλλο εργασίας βοηθά τον ειδικό να επικοινωνεί με ένα τυποποιημένο τρόπο με το Μηχανικό της Γνώσης. Οι πληροφορίες προφανώς καταγράφονται διαφορετικά για κάθε φυτό. Έτσι έχουμε όλες τις ιδιότητες που έχει ένα σύμπτωμα. Αυτές οι ιδιότητες θα πρέπει να χαρακτηρισθούν για το αν θα παίρνουν μία ή πολλές τιμές μέσα από ένα σύνολο τιμών. Αυτό είναι καθοριστικό για τον έλεγχο των στοιχείων που θα εισαγάγει ο χρήστης, αλλά και τον έλεγχο των ενδιαμέσων συμπερασμάτων.

Συσχέτιση ασθενειών με συμπτώματα και άλλες συνθήκες

Από τη στιγμή που όλες οι πληροφορίες, για τα συμπτώματα και σημεία, έχουν συλλεχθεί ο μηχανικός της γνώσης πρέπει να κατασκευάσει ένα πίνακα διπλής εισόδου ο οποίος μπορεί να δρα σαν ένα ενδιάμεσο μεταξύ του φυτοπαθολόγου και του μηχανικού της γνώσης. Η συσχέτιση μεταξύ συμπτωμάτων και ασθενειών εμφανίζεται στον πίνακα με ένα καθαρά περιγραφικό τρόπο, (βλέπε σχ. 10.1.3), όπου αντιστοιχίζονται στις στήλες οι ασθένειες και στις γραμμές τα συμπτώματα, σημεία και οι διάφορες ειδικές συνθήκες. Εάν μία ασθένεια προσδιορίζεται με περισσότερους από έναν τρόπους τότε εμφανίζεται στον πίνακα σε περισσότερες από μία στήλες. Επίσης κρίνεται σκόπιμο να κατασκευάζονται διαφορετικοί πίνακες, για κάθε κατηγορία ασθενειών (ιολογικές, μυκητολογικές, κλπ) έτσι ώστε ο πίνακας να μην αυξάνεται τόσο σε στήλες (ασθένειες) όσο και σε γραμμές,

Ασθένειες τομάτας Συνθήκες (συμπτώματα, κλπ.)		Leveillula taurica	
κηλίδα			
	Εμφανίζεται	άνω επιφάνεια των φύλλων	
	έχει χρώμα	κίτρινο ή πρασινοκι- τρινο	
	έχει σχήμα	τριγωνικό	
	είναι τύπου		
έλκος			
	εμφανίζεται		
	έχει χρώμα		
	έχει σχήμα		
	είναι τύπου		

Σχήμα.10.1.3 Πίνακας συσχέτισμού μεταξύ συμπτωμάτων και ασθενειών

μία και θα υπάρχουν συμπτώματα που δεν είναι κοινά σε διαφορετικές κατηγορίες ασθενειών. Κατά την αποκωδικοποίηση του πίνακα αυτού και τη συγγραφή των κανόνων κρίνεται, επίσης, σκόπιμο οι κανόνες που προσδιορίζουν την ίδια ασθένεια να γράφονται διαδοχικά ώστε να είναι εύκολος ο έλεγχος και η συντήρηση της Βάσης Γνώσης.

Ένα από τα ερωτήματα που δημιουργούνται είναι πώς θα αναπαρασταθούν η στρατηγική και η βαθειά γνώση μέσα σε ένα ΕΣ. Η στρατηγική γνώση θα εισαχθεί στο σύστημα με την επιλογή του σωστού μηχανισμού εξαγωγής συμπερασμάτων (ορθόδρομης ή οπισθόδρομης αλυσίδας) ανάλογα με την περίπτωση. Η οπισθόδρομη αλυσίδα ταιριάζει περισσότερο στο τρόπο με το οποίο ο ειδικός προσπαθεί να κάνει μία διάγνωση. Δηλαδή ο ειδικός, έχοντας υπόψη μερικά συμπτώματα, προσπαθεί να επιβεβαιώσει μία ασθένεια και κατά τη διάρκεια της προσπάθειας αυτής βρίσκει νέα συμπτώματα.

Η βαθειά γνώση αξιοποιείται κατά τη διαδικασία δόμησης του κανόνα. Εδώ παίζει σημαντικό ρόλο η διαδοχή των συνθηκών μέσα στον κανόνα. Για παράδειγμα, εάν μία συνθήκη εμφανίζεται σε πολλούς κανόνες, είναι σκόπιμο αυτή η συνθήκη να τοποθετηθεί με πρώτη προτεραιότητα. Έτσι, εάν η συνθήκη αυτή αποτύχει τότε όλοι οι κανόνες που την περιέχουν απορρίπτονται και ο αριθμός των πιθανών κανόνων μειώνεται. Η βαθειά γνώση επίσης χρησιμοποιείται για να εμπλουτίσει τη ΒΓ με μηχανισμούς ελέγχου, που θα ελέγχουν την ορθότητα των απαντήσεων του χρήστη, όπως επίσης τα προσωρινά και τελικά συμπεράσματα στα οποία θα καταλήγει το ΕΣ.

10.1.4 Συμπεράσματα

Ένα από τα βασικά προβλήματα αποτελεί η περίπτωση της μη ύπαρξης του απαιτούμενου αριθμού συμπτωμάτων για να μπορέσει το σύστημα να φθάσει σε

συμπέρασμα. Το ΕΣ θα πρέπει να έχει ένα μηχανισμό που να προτείνει ένα σύνολο πιθανών ασθενειών με βάση τις παρατηρήσεις του χρήστη. Το σύστημα θα πρέπει επίσης να έχει ένα μηχανισμό που να ερευνά την ΒΓ και, από το σύνολο των κανόνων, να απομονώνει αυτούς στους οποίους οι δεδομένες συνθήκες και συμπτώματα αληθεύουν. Τα κλασικά πακέτα ανάπτυξης ΕΣ όπως το Χi3+, INSIGHT2+, XSYS, κλπ., δεν έχουν τη δυνατότητα αυτή. Στο ανωτέρω πρόβλημα αυτό δίδεται λύση με το πρόγραμμα ανάπτυξης ΕΣ που αναπτύχθηκε με τη μέθοδο που περιγράφεται στο κεφάλαιο 6.

Αν και ένα ΕΣ δρα σύμφωνα με ένα ανθρώπινο τρόπο συλλογιστικής και συμπερασματικής δίνοντας συμπεράσματα όμοια με αυτά ενός ειδικού (Huirne and Dijkhuizen (1992)), είναι σημαντικό να τονισθεί ότι δεν μπορεί να αντικαταστήσει τον ειδικό φυτοπαθολόγο με την παρούσα τεχνολογία. Ο ρόλος του ΕΣ είναι να μπορεί να εφοδιάσει το γεωπόνο με επιπρόσθετη πληροφορία και γνώση ώστε να μπορεί να βγάλει, κατά το δυνατό, ορθά συμπεράσματα και καλύτερες αποφάσεις.

Η ΒΓ είναι ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά του ΕΣ. Είναι το μέρος που αποθηκεύεται η συλλεχθείσα γνώση. Το κτίσιμο ενός ΕΣ, και ειδικά η δομή της ΒΓ εξαρτάται σημαντικά από το είδος του μέσου με το οποίο γίνεται η ανάπτυξη του ΕΣ. Η ΒΓ όμως είναι πολύτιμη διότι περιέχει συσσωρευμένη γνώση πολλών επιστημόνων και για πολλά χρόνια. Ετσι είναι σκόπιμο να υπάρχει πρόβλεψη ώστε να είναι εύκολη η μεταφορά της ΒΓ σε κάποιο άλλο εργαλείο ανάπτυξης ΕΣ.

Η μεθοδολογία που αναπτύχθηκε στο κεφάλαιο αυτό χρησιμοποιήθηκε για τη δόμηση ενός ΕΣ διάγνωσης των βασικών ασθενειών της τομάτας. Η διάγνωση αυτή στηρίζεται κύρια στα συμπτώματα που μπορεί να παρατηρήσει ο ειδικός γεωπόνος. Η ΒΓ αυτού του ΕΣ δίδεται στο Παράρτημα 1.

10.2 ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΤΗΝ ΟΙΝΟΛΟΓΙΑ

10.2.1 Εισαγωγή

Η Οινολογία είναι ένας επιστημονικός κλάδος που αρχικά ξεκίνησε σαν μια τέχνη. Από αρχαιοτάτων χρόνων η τέχνη αυτή μεταφερόταν από γενεά σε γενεά με την πείρα των παλαιότερων στους νεότερους. Ακόμη και σήμερα η Οινολογία είναι μια επιστήμη αλλά και τέχνη η οποία όμως στηρίχθηκε, κατά κύριο μέρος, στην εμπειρία. Ένας τομέας της Οινολογίας είναι και η διάγνωση των αλλοιώσεων και των ασθενειών των κρασιών. Ο τομέας αυτός στηρίζεται πολύ στην εμπειρία και προσφέρεται για την ανάπτυξη ΕΣ.

Όταν ο οίνος παρουσιάζει έλλειψη ενός ή περισσότερων συστατικών ή ορισμένα από αυτά βρίσκονται σε περίσσεια, τότε είτε η ποιότητά του είναι χαμηλή είτε, γενικά, ο οίνος είναι ακατάλληλος για πόση. Η έλλειψη ή περίσσεια των συστατικών αυτών έχει ως άμεσο αποτέλεσμα την αλλοίωση χαρακτηριστικών του οίνου που έχουν σχέση με την ποιότητά του. Τέτοια χαρακτηριστικά είναι η οσμή, η γεύση, το χρώμα, η διαύγεια, κλπ. Τα αποτελέσματα αυτά οφείλονται σε χαμηλό ποσοστό αλκοόλης, μικρή ή μεγάλη οξύτητα, κλπ.

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η ανάπτυξη ενός ΕΣ το οποίο έχει ως στόχο τον προσδιορισμό των συνήθων ασθενειών και αλλοιώσεων του οίνου και δίδει οδηγίες για την αντιμετώπισή τους. Το σύστημα αυτό αρχικά αναπτύχθηκε στο πακέτο INSIGHT2+ και κατόπιν στο Xi+3.

10.2.2 Αλλοιώσεις και ασθένειες του οίνου

Ο οίνος από την στιγμή που γίνεται η έκθλιψη μέχρι την ωρίμανσή του υφίσταται κινδύνους που μπορούν να φθάσουν μέχρι και ολοκληρωτική του καταστροφή. Αιτίες είναι διάφοροι φυσικοχημικοί παράγοντες, όπως πλημμελής καθαρότητα των

βαρελιών, ανεπαρκής θείωση, ύπαρξη μικροοργανισμών, κλπ. Οι αιτίες αυτές και η μη σωστή αντιμετώπισή τους έχει ως αποτέλεσμα τις **αλλοιώσεις** και τις **ασθένειες** του οίνου. Ο όρος **αλλοίωση** αναφέρεται σε μεταβολές της χημικής και φυσικής σύνθεσης του οίνου που έχει ως αποτέλεσμα να δημιουργούνται θολώματα και δυσάρεστες οσμές (βλέπε Κοντό (1980)).

Ο όρος **ασθένεια** αναφέρεται στις επιβλαβείς μεταβολές του οίνου που οφείλονται σε μικροοργανισμούς. Στην ουσία έχουμε αλλαγή των συστατικών του οίνου λόγω δημιουργίας ξένων προς το κρασί συστατικών, από τους μικροοργανισμούς. Οι ασθένειες, λόγω της ύπαρξης των μικροοργανισμών, μπορεί να μεταδοθούν και σε υγιή κρασιά, άρα η σωστή διάγνωση και η έγκαιρη αντιμετώπισή τους παίζει σημαντικό ρόλο σε οικονομικό επίπεδο. Οι αλλοιώσεις και οι ασθένειες που αντιμετωπίστηκαν στο περιγραφόμενο ΕΣ είναι:

Αλλοιώσεις

1. Λεύκανση
2. Θόλωμα χαλκού
3. Κυάνωση
4. Πτώση οξίνου τρυγικού καλίου
5. Πτώση ουδέτερου τρυγικού ασβεστίου
6. Θόλωμα πρωτεϊνών
7. Πτώση χρωστικών
8. Καστανό θόλωμα

Ασθένειες

1. Ανθηση
2. Οξίνιση
3. Εκτροπή
4. Πίκραση
5. Πάχυνση
6. Μαννιτική Ζύμωση
7. Γαλακτική Ζύμωση

10.2.3 Διαδικασία της διάγνωσης

Η διάγνωση των ασθενειών και των αλλοιώσεων του οίνου βασίζεται σε μακροσκοπικές ή μικροσκοπικές παρατηρήσεις, σε εργαστηριακές αναλύσεις όπως επίσης και σε προσωπικά ερεθίσματα του οινολόγου μέσω της γεύσης και της

οσμής. Τα δύο τελευταία είναι που κάνουν τον οινολόγο αναντικατάστατο από οποιοδήποτε αυτοματοποιημένο σύστημα.

Η διάγνωση των ασθενειών και των αλλοιώσεων του οίνου βασίστηκε κυρίως στα εξής:

- Τη γεύση του κρασιού,
- την οσμή του κρασιού,
- το χρώμα του κρασιού,
- τη ρευστότητα του κρασιού,
- την περιεκτικότητα σε αλκοόλη (αλκοολικοί βαθμοί),
- την ύπαρξη επιδερμίδας στο κρασί και τα χαρακτηριστικά της όταν αυτή υπάρχει,
- την ύπαρξη και τα χαρακτηριστικά του θολώματος όταν αυτό υπάρχει,
- την ύπαρξη και τα χαρακτηριστικά του ιζήματος όταν αυτό υπάρχει δηλαδή γεύση, διαλυτότητα, χημικές αντιδράσεις, κλπ.,
- τις τιμές συγκεντρώσεων κάποιων στοιχείων και ουσιών (όπως χαλκός, σίδηρος, κλπ.),
- τη δυνατότητα αντίδρασης του θολώματος του κρασιού στο φως, αέρα και υπεροξειδίο του υδρογόνου,
- την ολική και πτητική οξύτητα,
- την ύπαρξη μικροοργανισμών,
- τη συγκέντρωση γλυκερίνης, και ακρολεϊνης.

10.2.4 Συμπτώματα (γεγονότα και τιμές) που συνθέτουν τη Βάση Γνώσης

Τα γεγονότα που συνθέτουν τις συνθήκες των κανόνων της ΒΓ μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις κατηγορίες:

- α. Στα γεγονότα που ο χρήστης απαντά με ένα ναι ή όχι.
- β. Στα γεγονότα που ο χρήστης απαντά δίδοντας αριθμητική τιμή.
- γ. Στα γεγονότα που ο χρήστης επιλέγει μία ή περισσότερες τιμές από ένα δεδομένο πληθος τιμών.

Παρακάτω αναφέρονται αλφαβητικά τα κυριότερα συμπτώματα και οι τιμές των γεγονότων τους στη διαδικασία της διάγνωσης.

αντίδραση στο υπεροξειδιο του υδρογόνου είναι

διαύγαση θολώματος

αντίδραση στο φως είναι

δημιουργία θολώματος
διαύγαση θολώματος

αντίδραση στον αέρα είναι

διαύγαση θολώματος

αποκτημένος αλκοολικός τίτλος σε βαθμούς (αριθμητική τιμή)

διαλυτότητα ιζήματος/θολώματος εμφανίζεται

σε αραιό HCl
παρουσία διθειώδους νατρίου
σε αραιό HCL
σε θερμοκρασία 40 C
σε θερμοκρασία 80 C
σε νερό
σε οινόπνευμα 50 βαθμών

επιδερμίδα έχει εμφάνιση

διαφανή
εύθραυστη
κολλώδη
λευκή έως υποκίτρινη

η ακρολεινη εμφανίζει
αύξηση

η γλυκερίνη εμφανίζει
αύξηση
μείωση

μικροοργανισμοί είναι είδους

A.ascendens A.xylinum B.vini acetati B.xylinoides
Bacterium gracile
Bacterium manniptoroeum
Bacterium tartarophthorum
Candida mycoderma
M.variococcus M.malolacticus B.gayoni B.intermedium

ολική οξύτητα σε g ανά l τρυγικού οξέως
(αριθμητική τιμή)

παρουσία οξικού αιθυλεστέρα σε mg ανά l
(αριθμητική τιμή)

προσθήκη θειώδους ανυδρίτη 4 g ανά 100 l επιφέρει
διαύγαση θολώματος

προσθήκη θειώδους ανυδρίτη 4 g ανά l επιφέρει
διαύγαση θολώματος

πηκτική οξύτητα σε meq ανά l οξικού οξέως
(αριθμητική τιμή)

στο κρασί εμφανίζεται/εμφανίζονται

γαλακτικό οξύ
έκλυση διοξειδίου του άνθρακα
επιδερμίδα
θόλωμα
ίζημα
μαννίτη
μικροοργανισμοί

συγκέντρωση ελεύθερου θειώδους ανυδρίτη σε mg ανά l
(αριθμητική τιμή)

συγκέντρωση μονοσθένους χαλκού σε mg ανά l
(αριθμητική τιμή)

συγκέντρωση ολικού θειώδους ανυδρίτη σε mg ανά l
(αριθμητική τιμή)

συγκέντρωση τρισθενούς σιδήρου σε mg ανά l
(αριθμητική τιμή)

το θόλωμα έχει μορφή
απλή

ελαφρά
κυματοειδή
ομοιόμορφη

το θόλωμα έχει χρώμα

καστανό
κυανομέλαν
λευκό έως κίτρινο
λευκόφαιο
οποιοδήποτε χρώμα
φαιό έως κυανόλευκο

το ίζημα αντιδρά

με 2.2 δικινολόγη ίζήματος διαλυμένου σε αρ.HCL
με HCL KSCN προς σχηματισμό ερυθρού ίζήματος
με οξαλικό αμμώνιο προς οξαλικό ασβέστιο

το ίζημα έχει γεύση

όξινη
ουδέτερη

το ίζημα έχει μορφή

κρυσταλλική
οποιαδήποτε
χρωματιστών πλακών
χρωματιστών σφαιριδίων

το ίζημα έχει χρώμα

καστανό έως καστανοκόκκινο
κυανομέλαν
οποιοδήποτε χρώμα

το κρασί έχει γεύση

ακεταλδεΐδης
άνοστη έως δυσάρεστη
γλυκοξίνη
πικρή
ψησίματος

το κρασί έχει οσμή

ακεταμιδίου
αναλλοίωτη
καταστροφή αρώματος
ξινή
ξυδιού

το κρασί έχει υφή

ελαιώδη
παχύρρευστη

το κρασί έχει χρώμα

ερυθρό
λευκό έως ροζέ

10.2.5 Συμπεράσματα

Το ΕΣ διάγνωσης ασθενειών οίνου, με τις δυνατότητες-μεθοδολογία διάγνωσης και τη ΒΓ που περιγράψαμε στις προηγούμενες παραγράφους αναπτύχθηκε για λόγους σύγκρισης σε δύο περιβάλλοντα ανάπτυξης ΕΣ το INSIGHT2+ και το Χί3+, κάτω από λειτουργικό σύστημα MSDOS.

Τα δύο συστήματα παρουσιάζουν μεγάλη ευκολία στη χρήση και απαιτούν από τον χρήστη να ακολουθήσει τις οδηγίες των εκδοθέντων για το σκοπό αυτό αντιστοιχών εγχειριδίων. Δεν χρειάζονται ειδικές γνώσεις μικροπληροφορικής για απλού τύπου εφαρμογές.

Ειδικότερα, το ΕΣ που αναπτύχθηκε με το πακέτο INSIGHT2+ έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- α. Οι βοηθητικές οθόνες με τα μηνύματα είναι ενσωματωμένες στο κείμενο της ΒΓ.
- β. Η αδυναμία ορισμού από τον χρήστη δικών του ιδιοτήτων ανά αντικείμενο και η χρήση μόνο του IS και IS NOT είχε ως αποτέλεσμα την ενσωμάτωση στο αντικείμενο των ιδιοτήτων που απαιτούνται.
- γ. Η δυνατότητα λήψης πολλών τιμών ανά αντικείμενο ορίζεται στο αντικείμενο.

Το ΕΣ που αναπτύχθηκε με το πακέτο Χί3+ έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά.

- α. Οι βοηθητικές οθόνες με τα μηνύματα δεν ενσωματώνονται στο κείμενο της ΒΓ. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αδυναμία ελέγχου της εφαρμογής από ένα ενιαίο κείμενο.
- β. Η δυνατότητα ορισμού ιδιοτήτων από τον χρήστη έχει ως αποτέλεσμα την παρουσίαση των κανόνων με μία πιο ευανάγνωστη μορφή.

γ. Το πρόβλημα της χρήσης ελληνικών χαρακτήρων μας υποχρέωσε στη χρήση εισαγωγικών, γεγονός που μειώνει την αισθητική εμφάνιση του κειμένου της ΒΓ.

γ. Η δυνατότητα λήψης πολλών τιμών ανά αντικείμενο προσδιορίζεται μέσω του ορισμού της ιδιότητας.

Το κείμενο της ΒΓ του ΕΣ που αναπτύχθηκε κάτω από το Χί3+, παρουσιάζεται στο Παράρτημα 2.

10.3 ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΕΠΙ ΤΩΝ ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΩΝ ΕΣ

Τα διαγνωστικά ΕΣ που αναπτύχθηκαν στο κεφάλαιο αυτό για τους τομείς της Φυτοπαθολογίας και Διαγνωστικής Οινολογίας αποτελούν χαρακτηριστικά παραδείγματα ΕΣ με αυστηρή δόμηση.

Εύκολα διαπιστώνει κανείς ότι οι απαιτήσεις των συστημάτων, που θα υλοποιηθούν με τη μεθοδολογία που περιγράψαμε και την αξιοποίηση των νέου φλοιού ανάπτυξης ΕΣ του κεφαλαίου 6, καλύπτονται από τα συνήθη συστήματα μικρούπολογιστών περιβάλλοντος γραφείου. Συνεπώς η περαιτέρω ανάπτυξη σε όλους τους υπόλοιπους τομείς της Γεωπονίας με διαγνωστικό περιεχόμενο είναι εφικτή και αποτελεσματική και δεν υπαγορεύει πρόσθετες δαπάνες αγοράς ειδικού εξοπλισμού.

Η ανάπτυξη ΕΣ για τις περιοχές που περιγράψαμε ανωτέρω ακολουθεί την εξής διαδικασία:

- α. Προσδιορισμός των τελικών αποτελεσμάτων
- β. Καθορισμός των συστατικών των συνθηκών
 - αντικείμενα (συμπτώματα),
 - ιδιότητες ανά αντικείμενο,
 - τιμές ανά ιδιότητα.
- γ. Κατασκευή πίνακα συσχέτισης συμπτωμάτων-αποτελεσμάτων.
- δ. Κωδικοποίηση της ΒΓ στο αντίστοιχο πακέτο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11

ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΟ ΕΜΠΕΙΡΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΤΗ ΧΟΡΗΓΗΣΗ ΔΑΝΕΙΩΝ

11.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ενας από τους τομείς της Γεωργικής Οικονομίας που προσφέρεται ιδιαίτερα για την ανάπτυξη ΕΣ είναι η Αγροτική Πίστη. Στον τομέα αυτό, κατά γενική ομολογία, η διαδικασία λήψης απόφασης απαιτεί αφενός μεν μεγάλο βαθμό εμπειρίας αφετέρου δε και γνώσεις κανονισμών και εγκυκλίων που συνεχώς τροποποιούνται.

Στο κεφάλαιο αυτό, περιγράφεται η διαδικασία ανάπτυξης ενός Εμπειρου Συστήματος και η χρήση του σαν όργανο λήψης απόφασης στη διαδικασία χορήγησης δανείου στην Κτηνοτροφία. Το σύστημα αυτό, με τη χρήση μιας κατάλληλης ΒΓ έχει τη δυνατότητα να αξιολογήσει μια αίτηση για χορήγηση δανείου και να αποφασίσει για την έγκριση ή την απόρριψή της.

Χαρακτηριστικό του συστήματος είναι ότι δεν αρκείται στη χρήση μόνο κάποιων κανόνων σε μία ΒΓ αλλά επικοινωνεί και με παραδοσιακά περιβάλλοντα επεξεργασίας δεδομένων από όπου αντλούνται δεδομένα προς χρήση της επαγωγικής διαδικασίας. Τέτοια περιβάλλοντα είναι το πακέτο Lotus 1-2-3 και μία Βάση Δεδομένων με μορφή αρχείων DBIII+. Με την δομή αυτή θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως ένα Εμπειρο Σύστημα Βάσεων Δεδομένων όπου τον κύριο ρόλο έχει το ΕΣ - (Βελτιωμένο ΕΣ με δυνατότητα εξωτερικής σύνδεσης με ΒΔ) (βλέπε Smith (1984), Beynon-Davies (1991)).

11.2 ΧΟΡΗΓΗΣΗ ΔΑΝΕΙΩΝ ΣΤΗΝ ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΤΕ

Η Αγροτική Τράπεζα της Ελλάδος (ΑΤΕ) είναι ο κύριος και σε πολλές περιπτώσεις ο μοναδικός φορέας χορήγησης δανείων για γεωργική αξιοποίηση στην Ελλάδα. Το πιστωτικό πρόγραμμα της ΑΤΕ έχει εναρμονισθεί με το γεωργικό πρόγραμμα του ΥΠΓΕ (βλέπε Μπαλτά (1984)).

Το κύκλωμα χορήγησης δανείου (βλέπε Μαυρίδου (1992)), περιλαμβάνει δύο βασικά σκέλη:

- τους ενισχυόμενους σκοπούς και
- τις προϋποθέσεις

που πρέπει να έχει ο προς διανειοδότηση ενδιαφερόμενος. Με βάση τα δύο παραπάνω σκέλη ο ειδικός μέσω μιας διαδικασίας αξιολόγησης και κρίσης εγκρίνει τη χορήγηση ή όχι του δανείου. Παρακάτω περιγράφουμε τους ενισχυόμενους σκοπούς, τις προϋποθέσεις και τη διαδικασία χορήγησης μεσομακροπροθέσμων δανείων σ' ένα βασικό κλάδο της γεωργικής δραστηριότητας, την Κτηνοτροφία.

Ενισχυόμενοι σκοποί

Οι ενισχυόμενοι σκοποί έχουν σχέση με την αγροτική πολιτική και αποβλέπουν στην κάλυψη συγκεκριμένων ανάγκων της χώρας σε προϊόντα ή υποπροϊόντα της Κτηνοτροφίας. Η ΑΤΕ εξετάζει αιτήσεις δανείων που αφορούν τους ακόλουθους σκοπούς :

- α. Εκτροφή μικρών παραγωγικών ζώων βελτιωμένων κυρίως φυλών.
- β. Εκτροφή μεγάλων παραγωγικών ζώων.
- γ. Διατήρηση αμνάδων και μοσχίδων που κρίνονται κατάλληλες για αναπαραγωγή.

δ. Κτίσματα Κτηνο-πτηνοτροφίας.

ε. Μηχανικό εξοπλισμό κτηνοτροφικών μονάδων.

Προϋποθέσεις

Όπως αντιλαμβάνεται κανείς, οι προϋποθέσεις έχουν δύο βασικούς σκοπούς:

α. Την εξασφάλιση κατά το δυνατόν ότι η Τράπεζα θα πάρει πίσω τα χρήματά της.

β. Τον περιορισμό των μη κατάλληλων υποψηφίων για λήψη δανείου.

Σύμφωνα με τις εγκυκλίους της ΑΤΕ για τη χορήγηση του δανείου πρέπει να:

- Εξασφαλίζεται η καταλληλότητα και ικανότητα του προς δανειοδότηση φορέα, για επιτυχή επίδοση στην προς προτεινόμενη από αυτόν δραστηριότητα.

- Αντιμετωπίζονται αιτήματα για τη δημιουργία μονάδων οικογενειακής μορφής. Ανάπτυξη νέων μονάδων ή μεγάλες επεκτάσεις υπάρχουσών μονάδων που δεν μπορούν να ανταπεξέλθουν στις δυνατότητες της αγοράς αποφεύγονται.

- Τηρούνται πιστά οι υγειονομικές διατάξεις.

- Ικανοποιούνται όλες οι προϋποθέσεις οι οποίες προβλέπονται από τα προγράμματα του Υπουργείου Γεωργίας.

Διαδικασία εξέτασης αίτησης και χορήγησης δανείου

Τα βήματα της χορήγησης ενός δανείου, από την αίτηση μέχρι την τελική απόφαση παρατίθενται κατωτέρω:

- α. Υποβολή της αίτησης από τον ενδιαφερόμενο στο τοπικό υποκατάστημα της ΑΤΕ.
- β. Εξέταση της αίτησης και πρώτη αξιολόγηση από το τοπικό υποκατάστημα.
- γ. Σύνταξη έκθεσης και προώθηση σε κεντρική υπηρεσία.
- δ. Δεύτερη εξέταση και αξιολόγηση.
- ε. Λήψη της τελικής απόφασης και σύνταξη αιτιολογικής έκθεσης.

Οι αποφάσεις που λαμβάνονται στο δεύτερο και το πέμπτο στάδιο μπορεί να είναι διαφορετικές ή να ταυτίζονται. Τα κριτήρια όμως που χρησιμοποιούνται είναι τα ίδια και στα δύο στάδια αξιολόγησης. Η δική μας άποψη είναι ότι η αξιολόγηση, με βάση τα συγκεκριμένα κριτήρια, μπορεί να γίνει με τη βοήθεια του υπολογιστή ενώ η δεύτερη αξιολόγηση μπορεί να απαλειφθεί.

11.3 ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΛΗΨΗΣ ΤΗΣ ΑΠΟΦΑΣΗΣ.

Το σύστημα υποστήριξης λήψης της απόφασης χορήγησης δανείου λαμβάνει υπόψη του συγκεκριμένα δεδομένα τα οποία συνδυάζονται με τους περιορισμούς και διατάξεις οι οποίοι περιλαμβάνονται στα διάφορα έγγραφα και εγκυκλίους της Διοίκησης της ΑΤΕ. Από τις ανωτέρω πληροφορίες στοιχειοθετούνται τα κριτήρια και οι προϋποθέσεις χορήγησης των δανείων.

Παρακάτω θα αναλύσουμε τα δεδομένα, τα στοιχεία γνώσης που θα πρέπει να περιληφθούν στο σύστημα και τα κριτήρια-προϋποθέσεις χορηγήσεως δανείων

στους τέσσερεις βασικούς τομείς της Κτηνοτροφίας, δηλαδή τη Χοιροτροφία, την Αγελαδοτροφία-Βοοτροφία, την Αιγοπροβατοτροφία και την Πτηνοτροφία.

Δεδομένα

Η λύση του προβλήματος αξιολόγησης απαιτεί δεδομένα που προέρχονται από τον υποψήφιο προς δανειοδότηση και από την ΑΤΕ. Από πλευράς δανειοδοτούμενου είναι τα ακόλουθα:

- Το ύψος του ζητούμενου δανείου και ο σκοπός για τον οποίο ζητείται.
- Το ποσοστό της ίδιας συμμετοχής στην επένδυση.
- Η ανάλυση, με οικονομικά μεγέθη, των περιουσιακών στοιχείων του ενδιαφερόμενου.
- Η τεχνικο-οικονομική μελέτη της επένδυσης.

Από πλευράς ΑΤΕ είναι τα κριτήρια και οι προϋποθέσεις που χρησιμοποιεί η Τράπεζα για την αξιολόγηση.

Το πρόβλημα είναι να συνδυάσουμε τα δεδομένα του προβλήματος για να αποφασίσουμε αν, τελικά, ο ενδιαφερόμενος κρίνεται κατάλληλος να πάρει το δάνειο ή όχι.

Ανάλυση και κατάταξη της γνώσης του συστήματος

Η γνώση που χρησιμοποιούν τα στελέχη της (ΑΤΕ) για τη λήψη απόφασης χορήγησης δανείων στηρίζεται κυρίως στις εγκυκλίους της ΑΤΕ και μπορεί να διακριθεί σε δύο κατηγορίες, την εμπειρική και τη διαδικαστική γνώση.

Η εμπειρική γνώση περιλαμβάνει τη γνώση των διαταγών της ΑΤΕ, όπου απαριθμούνται οι προϋποθέσεις χορήγησης δανείων, τη χρήση και πιστή ερμηνεία

αυτών. Η διαδικαστική περιλαμβάνει τους αλγορίθμους και τις μεθοδολογίες δημιουργίας και χρήσης των διαφόρων πινάκων όπως π.χ. για τον υπολογισμό του Δείκτη Εξυπηρέτησης Δανείου (ΔΕΔ). Στην εφαρμογή αυτή δεν θα μας απασχολήσει η διαδικαστική γνώση, παρακάτω γίνεται μία καταγραφή της εμπειρικής αυτής γνώσης.

Τα κριτήρια χορήγησης των δανείων μπορούν να διαιρεθούν σε δύο κατηγορίες. Τα γενικά, που ισχύουν για όλες τις κατηγορίες, και τα ειδικά που ισχύουν ανά κατηγορία (π.χ. Χοιροτροφία, Αιγοπροβατοτροφία, κλπ). Η κατηγοριοποίηση αυτή επιτρέπει τμηματικοποιημένη δόμηση της ΒΓ του συστήματος σε επιμέρους κατά αντικείμενο ΒΓ με αποτέλεσμα τη δυνατότητα δημιουργία ενός **σκελετού** πάνω στον οποίο να γίνεται ενσωμάτωση νέων κατηγοριών. Τα κυριότερα γενικά κριτήρια που εξετάζει η ΑΤΕ, κάθε φορά που αντιμετωπίζει μια αίτηση για χορήγηση δανείου, αναφέρονται παρακάτω.

Γενικά κριτήρια και προϋποθέσεις στη χορήγηση των δανείων

Καταλληλότητα του φορέα.

Θεωρείται το σπουδαιότερο στοιχείο από το οποίο εξαρτάται η επιτυχία της επένδυσης του χρηματοδοτούμενου και η ομαλή επιστροφή των χρήματων στην Τράπεζα. Ιδιαίτερα εξετάζονται η πείρα και οι γνώσεις του στον τομέα, για τον οποίο προορίζεται το δάνειο σε σχέση με το μέγεθος της επένδυσης που πρόκειται να γίνει. Ένα δεύτερο στοιχείο που ερευνάται είναι η φερεγγυότητα του δανειοδοτούμενου έναντι της Τράπεζας και έναντι τρίτων. Σε ορισμένες περιπτώσεις, η εντοπιότητα του ενδιαφερομένου παίζει σημαντικό ρόλο.

Εμπράγματες Διασφαλίσεις (οικονομική επιφάνεια).

Η Τράπεζα εξασφαλίζει την επιστροφή του δανείου με βάση τα μη υποθηκευμένα περιουσιακά στοιχεία του ενδιαφερομένου των οποίων η αξία πρέπει να υπερβαίνει το ποσό του δανείου κατά 50% τουλάχιστον.

Βιοσιμότητα εκμετάλλευσης.

Η βιοσιμότητα εκτιμάται μέσω ενός ειδικού δείκτη που η τράπεζα ονομάζει **Δείκτη Εξυπηρέτησης Δανείου (ΔΕΔ)**. Η διαδικασία υπολογισμού του δείκτη αυτού γίνεται μέσω των φύλλων εργασίας (spreadsheet) του πακέτου Lotus 1-2-3. Η γενική μορφή του ΔΕΔ είναι:

$$\Delta\text{ΕΔ} = (\text{Καθ.κέρδη} + \text{Τόκ.Παγ.Κεφ.} + \text{Αποσβ.}) / \text{Συν.Τοκοχ.Δόσεων}$$

Αν $\Delta\text{ΕΔ} \geq 1$, θεωρείται ικανοποιητικός και δεν εξετάζουμε τις εμπράγματες διασφαλίσεις. Ειδικότερα ισχύει.

Αν $\Delta\text{ΕΔ} > 1$ τότε ο ΔΕΔ αποδεκτός

αλλιώς

Αν $0.85 < \Delta\text{ΕΔ} < 1$, εξετάζονται και οι εμπράγματες διασφαλίσεις

και αν ισχύει μια σχέση 150/100 (εμπράγματες/δάνειο), τότε ο ΔΕΔ αποδεκτός.

αλλιώς ο ΔΕΔ μη αποδεκτός

αλλιώς

Αν $\Delta\text{ΕΔ} < 0.85$, τότε ο ΔΕΔ μη αποδεκτός.

Ενας άλλος δείκτης είναι και η Αποδοτικότητα (ΑΠ) της επένδυσης, όπου:

$$\text{ΑΠ} = (\text{Καθ.Κέρδη} + \text{Τόκ.Παγ.Κεφ.}) / \text{Επενδ. Κεφάλαιο}$$

Ο δείκτης αυτός δείχνει ένα επιτόκιο σύμφωνα με το οποίο φαίνεται το κέρδος του κεφαλαίου που επενδύεται στην επιχείρηση. Προφανώς η αποδοτικότητα πρέπει να είναι μεγαλύτερη ή ίση του επιτοκίου τράπεζας.

Συνθήκες Αγοράς και Εμπορίας.

Στη περίπτωση αυτή εξετάζονται οι δυνατότητες απορρόφησης των προϊόντων από την τοπική αγορά σε τιμές οι οποίες να δίδουν κέρδη στην επιχείρηση.

Υγειονομικές Συνθήκες.

Υπάρχει μια αρχική προϋπόθεση για θετική γνωμάτευση της αρμόδιας Υγειονομικής Αρχής. Χωρίς τη γνωμάτευση αυτή η αίτηση απορρίπτεται.

Παρακάτω αναφέρονται ενδεικτικά τα κριτήρια χορήγησης δανείου κατά κατηγορία κτηνοτροφικής δραστηριότητας για τη Χοιροτροφία, Βοοτροφία, την Αιγοπροβατοτροφία και Πτηνοτροφία.

Ειδικά κριτήρια και προϋποθέσεις κατά κατηγορία.

Χοιροτροφία

Στη Χοιροτροφία διακρίνουμε δύο περιπτώσεις χορήγησης δανείων. Η πρώτη αφορά οικογενειακού τύπου και η δεύτερη επιχειρηματικού τύπου εκμεταλλεύσεις.

Αναλυτικότερα έχουμε ,

- Εκμεταλλεύσεις μικρές, οικογενειακού τύπου, θεωρούνται αυτές που έχουν δυναμικότητα μέχρι 50 χοιρομητέρες. Στις εκμεταλλεύσεις του τύπου αυτού η εξασφάλιση της τράπεζας βασίζεται με την κατασκευή των εγκαταστάσεων της μονάδας σε ιδιόκτητη έκταση του δανειοδοτούμενου. Η

Τράπεζα εξετάζει επίσης αν εκκρεμούν σε βάρος του δικαστικές διώξεις (π.χ. για ακάλυπτες επιταγές).

-Εκμεταλλεύσεις επιχειρηματικού τύπου, θεωρούνται αυτές που έχουν δυναμικότητα πάνω από 50 χοιρομητέρες. Στις επιχειρηματικού τύπου εκμεταλλεύσεις εξετάζονται οι γνώσεις και η πείρα του φορέα στη χοιροτροφία. Αν κριθεί άπειρος, τότε το ποσό του δανείου που μπορεί να του δοθεί είναι μέχρι 70 χοιρομητέρες.

- Εμπράγματος διασφάλισεις είναι τουλάχιστον 1.2 φορές μεγαλύτερες του ποσού του δανείου.

- Με την παραπάνω σχέση ο ΔΕΔ μπορεί να ανήκει στο διάστημα [0.85, 1).

Αιγοπροβατοτροφία

Στις κατηγορίες αυτές σημαντικό ρόλο παίζει ο παράγοντας φορέας. Για τη χορήγηση δανείων πρέπει:

- Ο ενδιαφερόμενος να ξέρει να καλλιεργεί τη γη ώστε να εξασφαλίζει ζωτροφές από ίδια παραγωγή.

- Η προς καλλιέργεια έκταση να είναι τουλάχιστον κατά το 50% ιδιόκτητη, ενώ το υπόλοιπο 50% θα πρέπει να έχει μισθωθεί για 5 χρόνια τουλάχιστον. Απαιτείται δε για κάθε 6 ζώα έκταση τουλάχιστον 1 στρέμματος.

- Ο αριθμός των εργατών πρέπει να είναι ανάλογος των προς εκτροφή ζώων. Για κάθε 100 ζώα χρειάζεται τουλάχιστον ένας εργάτης.

- Η έκταση στην οποία θα κτισθούν οι εγκαταστάσεις της μονάδας πρέπει να είναι ιδιόκτητη.

- Για γαλακτοπαραγωγικής κατεύθυνσης επενδύσεις, υπάρχει μία εκ των προτέρων απαίτηση για την εξασφάλιση της απορρόφησης του γάλακτος από κάποια σχετική βιομηχανία.
- Εμπράγματος διασφαλίσεις πρέπει να είναι τουλάχιστον 1.5 φορές μεγαλύτερες του ποσού του δανείου.
- Ληξιπροθεσμες οφειλές πρέπει να εξοφλούνται πριν τη χορήγηση του δανείου.

Βοοτροφία

Η κατηγορία αυτή αντιμετωπίζεται ανάλογα με αυτή της Αιγοπροβατοτροφία, ειδικότερα πρέπει:

- Ο ενδιαφερόμενος να ξέρει να καλλιεργεί τη γη ώστε να εξασφαλίζει ζωοτροφές από ίδια παραγωγή.
- Η προς καλλιέργεια έκταση να είναι τουλάχιστον κατά το 50% ιδιόκτητη, ενώ το υπόλοιπο 50% θα πρέπει να έχει μισθωθεί για 5 χρόνια τουλάχιστον. Για κατεύθυνση γαλακτοπαραγωγής απαιτείται για κάθε ζώο έκταση τουλάχιστον 2 στρεμμάτων. Για πάχυνση μόσχων και κρετατοπαραγωγή απαιτείται έκταση τουλάχιστον 1 στρεμμάτος για κάθε 6 ζώα.
- Ο αριθμός των εργατών πρέπει να είναι ανάλογος των προς εκτροφή ζώων. Για κάθε 25 ζώα χρειάζεται τουλάχιστον ένας εργάτης.
- Η έκταση στην οποία θα κτισθούν οι εγκαταστάσεις της μολάδας πρέπει να είναι ιδιόκτητη.

- Για γαλακτοπαραγωγικής κατεύθυνσης επενδύσεις, υπάρχει μία εκ των προτέρων απαίτηση για την εξασφάλιση της απορρόφησης του γάλακτος από κάποια σχετική βιομηχανία.
- Εμπράγματος διασφαλίσεις πρέπει να είναι τουλάχιστον 1.5 φορές μεγαλύτερες του ποσού του δανείου.
- Ληξιπρόθεσμες οφειλές πρέπει να εξοφλούνται πριν τη χορήγηση του δανείου.

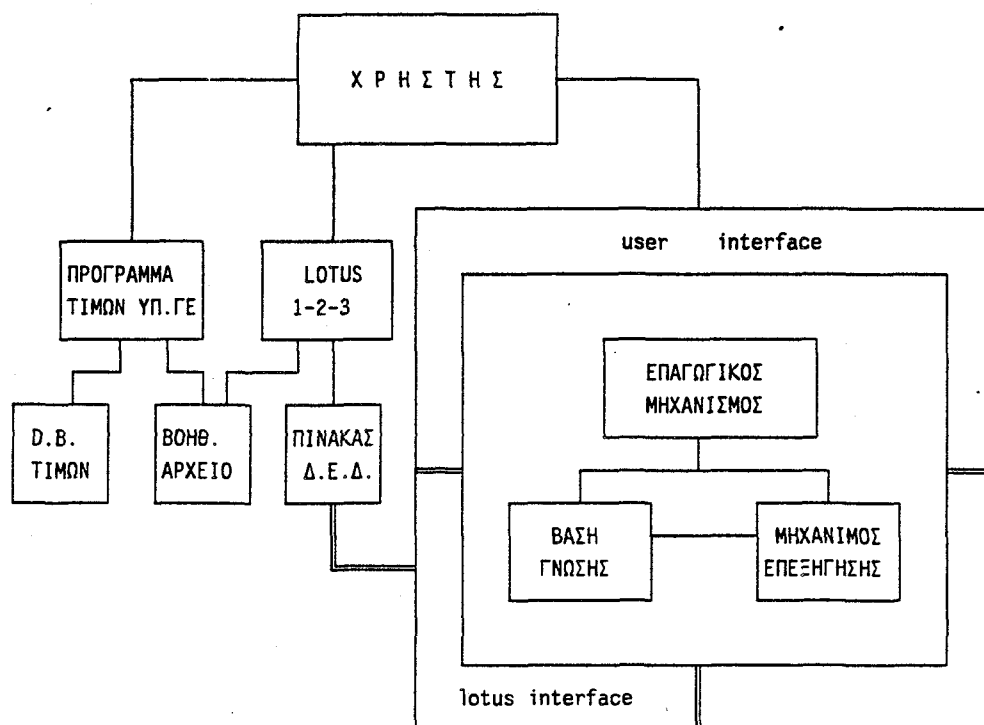
Πτηνοτροφία

Στην Πτηνοτροφία το δάνειο δίδεται **μόνο** για εκσυγχρονισμό μιας εν λειτουργία μονάδας. Στην περίπτωση αυτή το δάνειο χορηγείται μόνο εάν διαπιστωθεί ότι διαφορετικά η μονάδα δε μπορεί να επιβιώσει. Στην περίπτωση αυτή ενδιαφερόμενος υποβάλλει τεχνικοοικονομική μελέτη, δηλώνοντας το ποσό του δανείου που χρειάζεται. Αν από την εκτίμηση της Τράπεζας ο $\Delta\text{ΕΔ} < 1$, τότε η ΑΤΕ μπορεί να δανειοδοτήσει με ποσό δανείου έτσι ώστε $\Delta\text{ΕΔ} \geq 1$. Στη περίπτωση αυτή για να δοθεί το δάνειο εξετάζεται η συναλλακτική τάξη του ενδιαφερόμενου, καθώς και η οργάνωση της μονάδας.

11.4 ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Τα βήματα που ακολουθούνται για την έκδοση μιας απόφασης χορήγησης δανείου είναι:

- Αναζήτηση των τιμών των προϊόντων και καταχώρισή τους σε βοηθητικό αρχείο.
- Επεξεργασία για τον υπολογισμό του $\Delta\text{ΕΔ}$.
- Χρήση του ΕΣ για την εκτίμηση της χορήγησης του δανείου.



Σχήμα 11.1 Σχηματική δομή του συστήματος

Όπως έχει ήδη αναφερθεί και φαίνεται στο σχήμα 11.1 το ΕΣ υπολογίζει τους δείκτες ΔΕΔ και ΑΠ ως αποτέλεσμα μιας επεξεργασίας ενός φύλλου εργασίας (spreadsheet). Το αρχείο τιμών περιέχει, κατά γεωγραφικές περιοχές τις ανώτατες και τις κατώτατες τιμές κτηνοτροφικών προϊόντων. Οι τιμές αυτές ενημερώνονται από ένα δελτίο του ΥΠΓΕ. Το υποσύστημα αυτό συντηρείται εκτός περιβάλλοντος ΕΣ με ξεχωριστό πακέτο προγραμμάτων. Το φύλλο εργασίας μέσω Lotus 1-2-3 χρειάζεται για τον υπολογισμό του ΔΕΔ και ΑΠ, τιμές κάποιων προϊόντων ανάλογα με την περίπτωση. Μέσω των προγραμμάτων συντήρησης και εκμετάλλευσης του αρχείου τιμών, οι προς χρήση τιμές καταχωρούνται σε ένα ASCII αρχείο. Το αρχείο αυτό ενσωματώνεται στο αντίστοιχο φύλλο εργασίας όπου και υπολογίζεται ο ΔΕΔ.

Έτσι ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσει τις αντίστοιχες τιμές των προϊόντων που πρόκειται να πωληθούν για να ελέγξει την οικονομοτεχνική μελέτη.

Κατά τη διάρκεια της συνομιλίας του χρήστη με το ΕΣ όταν χρειαστεί η αξία του ΔΕΔ για πρώτη φορά, ο μηχανισμός εξαγωγής συμπερασμάτων ενεργοποιεί ένα υποπρόγραμμα το οποίο μεταφέρει στη ΒΓ την αξία του ΔΕΔ του ΑΠ και του επιτοκίου τραπεζής όπως είχαν υπολογισθεί με τη χρήση του LOTUS στο αντίστοιχο φύλλο εργασίας.

Οι υπολογιστικές διαδικασίες με το Lotus θεωρήθηκαν ως ένα *μαύρο κουτί* το οποίο δίδει κάποια δεδομένα στο πακέτο ανάπτυξης ΕΣ. Μέρους των στοιχείων που αξιολογεί το σύστημα προέρχονται από μία Βάση Δεδομένων (ΒΔ).

Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να τροποποιεί το φύλλο εργασίας κατά περίπτωση και να χρησιμοποιεί ή όχι τα δεδομένα που προέρχονται από την ΒΔ. Ο μόνος περιορισμός είναι να είναι γνωστές οι θέσεις που υπολογίζεται και εμφανίζεται ο ΔΕΔ, ο ΑΠ και το επιτόκιο τραπεζής. Αυτό κρίνεται απαραίτητο διότι η απεικόνιση της οικονομοτεχνικής μελέτης στο φύλλο εργασίας μπορεί να αλλάξει κατά κατηγορία δανείου.

Η ΒΓ του ΕΣ παρουσιάζεται στο Παράρτημα 3.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12

ΕΜΠΕΙΡΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΣΤΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΒΟΤΑΝΙΚΗ

12.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Βιολογία είναι μία επιστήμη που ασχολείται με τα ερμηνεία των φαινομένων της ζωής. Ένας από τους κλάδους της είναι και η Συστηματική που ασχολείται με τη ταξινόμηση των εμβίων οργανισμών σε ομάδες και υποομάδες με βάση κάποια καθοριστικά χαρακτηριστικά. Ειδικότερα, η Συστηματική Βοτανική ασχολείται με τη ταξινόμηση των φυτικών οργανισμών.

Η ταξινόμηση γίνεται βάσει αυστηρών κανόνων και σαφώς προσδιορισμένων κριτηρίων και επομένως επιτρέπει τη βεβαία λήψη δομημένων αποφάσεων κατάταξης των φυτικών οργανισμών. Για το λόγο αυτό η Συστηματική Βοτανική προσφέρεται ιδιαίτερα για υποστήριξη, μέσω ΕΣ, της ταξινομικής προσπάθειας των επιστημόνων του κλάδου.

12.2 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ

Ο βασικός σκοπός της Συστηματικής Βοτανικής είναι ο προσδιορισμός κάποιας κλάσης ταξινόμησης με βάση κάποια ποιοτικά χαρακτηριστικά που ο ειδικός επιστήμονας παρατηρεί στο φυτό (βλέπε Ζερλέντη (1980)). Υπάρχουν περιπτώσεις που ο προσδιορισμός μπορεί να γίνει εύκολα σε φυτικά δείγματα που είναι κοινά και πολύ γνωστά. Τις περισσότερες φορές όμως είναι δύσκολο χωρίς τη χρήση ειδικών εγχειριδίων. Τα εγχειρίδια που χρησιμοποιούνται για το σκοπό αυτό

ονομάζονται κλείδες. Υπάρχουν κλείδες που σκοπό έχουν την ταξινόμηση των φυτών κατά ομάδες και είναι περιληπτικές. Οι κλείδες αυτές ονομάζονται πλήρεις. Αντίθετα οι απλές κλείδες αναφέρονται στην ταξινόμηση των φυτών σε ένα περιορισμένο θέμα που αφορά κυρίως ένα υποσύνολο της πλήρους κλείδας το οποίο ερευνούν αναλυτικότερα.

Οι παραπάνω κλείδες ονομάζονται διχοτομικές κλείδες. Το όνομά τους το έλαβαν από το γεγονός ότι από κάθε σημείο της κλείδας υπάρχουν μόνο δύο διαδρομές που θα ακολουθήσει ο χρήστης στη διαδικασία προσδιορισμού. Ο τρόπος δομής και λειτουργίας των διχοτομικών κλειδών μπορεί να απεικονισθεί ως δομή δεδομένων δυαδικού δένδρου στο οποίο τα φύλλα είναι τα τερματικά συμπεράσματα της κλείδας αυτής η δε ρίζα είναι το σημείο εισόδου στην κλείδα. Στο δένδρο αυτό μπορούμε να ορίσουμε ότι η αριστερός κόμβος του δένδρου δηλώνει την ύπαρξη των χαρακτηριστικών που ορίζονται από τον πατρικό κόμβο ενώ η δεξιός κόμβος το αντίθετο. Με το τρόπο αυτό γίνεται χωρισμός των φυτικών οργανισμών σε δύο ομάδες κάθε φορά. Κάθε ομάδα του αριστερού υποδένδρου έχει όλα τα γνωρίσματα των προγόνων ομάδων της. Κάθε ομάδα του δεξιού υποδένδρου έχει τα γνωρίσματα όλων των ο προγόνων της εκτός ενός, του πατρικού της κόμβου.

Όσο προχωρά η διχοτόμηση προς την εξειδίκευση, με αύξηση των λεπτομερειών, το δένδρο αυξάνει σε βάθος. Για την αποφυγή αυτών των περιπλόκων κλειδών αλλά και τις επιμέρους ταξινομήσεις, οι κλείδες χωρίζονται σε επιμέρους κλείδες μεγάλων φυτικών αθροισμάτων. Ο προσδιορισμός ενός φυτικού αθροίσματος οδηγεί σε μία επιμέρους κλείδα.

12.3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ (ΓΕΓΟΝΟΤΑ ΚΑΙ ΤΙΜΕΣ) ΠΟΥ ΣΥΝΘΕΤΟΥΝ ΤΗ ΒΑΣΗ ΓΝΩΣΗΣ

Όπως παρατηρήθηκε και στην προηγούμενη παράγραφο η χρήση κλειδών στηρίζεται σε μορφολογικά γνωρίσματα του φυτού, τα οποία παρατηρεί ο χρήστης. Τα μορφολογικά αυτά γνωρίσματα θεωρούνται καθοριστικά για την ταξινόμηση και έχουν σχέση με τον βλαστό, τα άνθη, τον καρπό, κλπ., ή ορισμένες ιδιότητες που έχει το φυτό όπως π.χ. ο τρόπος πολλαπλασιασμού.

Στη δημιουργία ενός ταξινομικού ΕΣ είναι σημαντικό να γνωρίζει κανείς τουλάχιστον τα σπουδαιότερα μορφολογικά γνωρίσματα που θα αποτελέσουν τις συνθήκες για τη δημιουργία των κανόνων.

Έχοντας υπόψη ότι κάθε συνθήκη μπορεί να είναι,

- μία πρόταση για την οποία θα βεβαιωθεί αν είναι αληθής ή ψευδής.
- μία τριάδα στοιχείων της μορφής Αντικείμενο - Ιδιότητα - Τιμή,

είναι καλό να αναγνωρισθούν οι συνθήκες της δεύτερης κατηγορίας, έτσι θα καθορισθούν:

- τα αντικείμενα,
- οι ιδιότητες, μια ή περισσότερες ανά αντικείμενο,
- οι δυνατές τιμές των αντικειμένων ανά ιδιότητα.

Αναλυτικότερα, για κάθε ιδιότητα θα προσδιορισθούν,

- η ονομασία ιδιότητας,
- τα χαρακτηριστικά της ιδιότητας από πλευράς τιμών.

Στη *μονότιμη* ιδιότητα το αντικείμενο του σχετίζεται με τη ιδιότητα μπορεί να πάρει μόνο μία τιμή μέσα από ένα σύνολο πολλών τιμών.

Στη πλειότιμη ιδιότητα το αντικείμενο του σχετίζεται με τη ιδιότητα μπορεί να πάρει μία ή περισσότερες τιμές μέσα από ένα σύνολο πολλών τιμών.

- οι πιθανές τιμές που θα μπορούν να αποδοθούν για κάθε αντικείμενο σύμφωνα με την ορισθείσα ιδιότητα.

Παρακάτω αναφέρονται μερικά από τα *αντικείμενα* καθώς και οι τιμές τους σε ένα ΕΣ προσδιορισμού των μονοκοτυλήδων αυτοφυών φυτών. Η αντίστοιχη ΒΓ δίδεται στο Παράρτημα 4.

αριθμός βρακτίων που περιβάλλουν τα άνθη
(αριθμητική τιμή)

αριθμός γλωχίνων που περιβάλλουν το περιάνθιο
(αριθμητική τιμή)

αριθμός πετάλων περιάνθιου
(αριθμητική τιμή)

αριθμός σειρών φύλλων
(αριθμητική τιμή)

αριθμός σεπάλων
(αριθμητική τιμή)

αριθμός σεπάλων περιάνθιου
(αριθμητική τιμή)

αριθμός στηλών ωοθηκών
(αριθμητική τιμή)

αριθμός στιγμάτων ωοθηκών
(αριθμητική τιμή)

αριθμός των στημόνων
(αριθμητική τιμή)

αριθμός χείλων άνθους
(αριθμητική τιμή)

αριθμός ωοθηκών
(αριθμητική τιμή)

η νεύρωση του φύλλου είναι

παλαμοειδής
παράλληλος
πτεροειδής
τοξοειδής

η ταξιανθία έχει μορφή

σπάδιξ
σφαιρική σταχυοειδή

η ωοθήκη είναι

επιφυής
υποφυής

ο βλαστός έχει μορφή

αναριχώμενη
κοίλος
με συμπαγή γόνατα
με ανοικτές αγγειώδεις δεσμίδες
με κλειστές αγγειώδεις δεσμίδες

ο καρπός έχει μορφή

κάψας
ράγας

ο κολεός των φύλλων είναι

ανοικτός
κλειστός

οι σάκκοι της γύρης διαρρηγνύονται

προς τα έξω
προς τα μέσα

οι σπερματικές βλάστες ευρίσκονται

εκτός των ωοθηκών
ελεύθερες
περικλειόμενες εντός των ωοθηκών

τα άνθη είναι

5μερή
με περιάνθιο
χωρίς περιάνθιο

τα καρπόφυλλα είναι

πολυάριθμα
τρία έως έξι

τα φύλλα έχουν μορφή

καρδιοειδή
τοξοειδή

το άνθος έχει μέγεθος

μικρό
μεγάλο

το άνθος έχει μορφή

ακτινομορφή
 με πλευρικούς οξείς στάχεις
 με πυκνό κυλινδρικό στάχυ
 σχεδόν ακτινομορφή
 κατά στάχεις
 σε σφαιρικές ταξιανθίες

το γένος του άνθους είναι

διγενές
 ερμαφρόδιτο
 μονογενές

το έμβρυο περιέχει

δύο κοτυληδόνες
 μία κοτυληδόνα

το περιάνθιο αντικαθίσταται από

λεπτά λέπια
 τριχίδια
 χυμώδη λέπια

το περιάνθιο είναι

διαμορφωμένο σε κάλυκα και στεφάνη
 ελλείπον
 εμφανές

το περιάνθιο έχει μορφή

απλή
 διπλού
 Ξηρόμορφη
 περιγώνια

το περιάνθιο έχει σχήμα

ασκοειδές
 καλυκοειδές
 στεφανοειδές

το στίγμα του υπέρου είναι

απλό
 με τρία χείλη

το φύλλο έχει μορφή

απλή
 λειόχειλα
 λεπιοειδή
 χωρίς παράφυλλα

το φύλλο έχει σχήμα

στενό
 βελονοειδές

το φυτό έχει μορφή
 δενδρώδη
 θαμνώδη
 ποώδη

το φυτό πολλαπλασιάζεται με
 σπέρματα
 σπόρια

12.4 Συμπεράσματα

Τα συστήματα ταξινόμησης στη Συστηματική Βοτανική παρουσιάζουν μία ιδιομορφία σε σχέση με αυτά της Εδαφολογίας, και της Εντομολογίας. Η ιδιομορφία έγκειται στο ό,τι δεν είναι πάντοτε διαθέσιμα όλα τα απαραίτητα στοιχεία για την ταξινόμηση. Τούτο συμβαίνει για τους εξής λόγους:

- Το δείγμα δεν περιλαμβάνει όλα τα μέρη του φυτού που απαιτούνται για την ταξινόμηση.
- Λόγω εποχής μπορεί να μην είναι διαθέσιμα φύλλα, άνθη, καρποί, κλπ., που αποτελούν βασικά στοιχεία προσδιορισμού.

Αντίθετα ένα σύστημα ταξινόμησης στην Εντομολογία αξιολογεί με βάση τα παρατηρούμενα στο έντομο βασικά χαρακτηριστικά. Αυτό προϋποθέτει ότι το έντομο είναι διαθέσιμο στα χέρια του επιστήμονα.

Συμπεραίνει λοιπόν κανείς ότι ένα σύστημα ταξινόμησης στη Συστηματική Βοτανική πρέπει να μπορεί να αποφαινεται μέσα από ασάφεια και αβεβαιότητα. Αυτό αντιβαίνει στη διαπίστωση του Neapolitan (1991), που θεωρεί ότι η διαδικασία ταξινόμησης στη Συστηματική Βοτανική είναι μία διαδικασία που δεν περιέχει ασάφεια ή αβεβαιότητα. Επιβάλλεται επομένως η απαναθεώρηση του προβλήματος κάτω από συγκεκριμένη πιθανοθεωρητική σκοπιά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13

ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι υπάρχοντες φλοιοί και εργαλεία ανάπτυξης Εμπειρών Συστημάτων (ΕΣ) έχουν τους περιορισμούς του κατασκευαστή σε ό,τι αφορά την επικοινωνία με άλλα περιβάλλοντα όπως, Συστήματα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων (ΣΔΒΔ), κλασικές μηχανογραφικές εφαρμογές, ειδικές επιστημονικές εφαρμογές και, γενικότερα, όπου υπάρχει ταυτόχρονη επεξεργασία μεγάλου όγκου δεδομένων αλλά και επεξεργασία γνώσης για λήψη απόφασης.

Ο Harse (1988), ισχυρίζεται ότι σε περιπτώσεις όπως οι παραπάνω είναι προτιμότερο να κτιστεί ένα ΕΣ εξ αρχής παρά να χρησιμοποιηθεί ένας έτοιμος φλοιός. Η μεθοδολογία εσωτερικής αναπαράστασης της γνώσης με κανόνες, που αναπτύχθηκε στο Κεφάλαιο 6 και η δόμηση του φλοιού μαζί με τον πηγαίο κώδικα, που παρατίθεται στο Παράρτημα 1, μπορούν να αποτελέσουν ένα ουσιαστικό σημείο αναφοράς για δημιουργία εξειδικευμένων ΕΣ στο χώρο της Γεωργίας και όχι μόνο. Ιδιαίτερα χρήσιμη κρίνεται η ενσωμάτωση του φλοιού σε συστήματα ευρείας χρήσης από το κοινό, όπως το Videotex σύστημα AGROTEL (Assimakopoulos, (1992)) του ΥΠΓΕ, ή το σύστημα DISNET (1992), (Assimakopoulos et al (1992)). Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συστήματα που λαμβάνουν σήματα από επιστημονικά όργανα, ή ελέγχουν επιστημονικές συσκευές όπως, για παράδειγμα, διατάξεις ελέγχου θερμοκηπίων. Ειδικά, για την τελευταία περίπτωση, θεωρείται μεγάλο πλεονέκτημα ο μικρός όγκος του εκτελέσιμου προγράμματος που έχει ως αποτέλεσμα τη δυνατότητα εγγραφής του σε EPROM ώστε να μπορεί να τοποθετηθεί σε συστήματα συνεχούς λειτουργίας.

Η συνοχή της εσωτερικής δομής της Βάσης Γνώσης, όπως αυτή αναπτύχθηκε στα κεφάλαιο 6, επιτρέπει την ανάπτυξη ΕΣ πολλών τομέων (Multi Domain Expert Systems) (βλέπε Ροο, C.-C.,D. and H. Lu (1991)), όπως, επίσης, και τη δυνατότητα συνεργασίας ΕΣ, που έχουν τη δομή αυτή. Εξάλλου, η επέκταση της υλοποίησης αναπαράστασης ΒΓ με τη προτεινόμενη δομή στα κεφαλαία 7 και 8 συνδέει άμεσα δύο τεχνολογίες όπως των Βάσεων Δεδομένων και των Βάσεων Γνώσης, επιβεβαιώνοντας σχετική πρόβλεψη των ερευνητών του κλάδου (βλέπε, Κόλλια και Λορέντζο (1986)). Ταυτόχρονα, η χρήση πιθανοθεωρητικών μοντέλων και Στατιστικής (βλέπε κεφ.7) επιτρέπει στη ΒΓ να αυτο-αναδιοργανώνεται. Με το τρόπο αυτό, τα αντίστοιχα ΕΣ αποκτούν κρίση για τη διαχείριση της μετάγνωσής τους (γνώση για το είδος της γνώσης που κατέχουν).

Είναι γνωστό ότι στα ΕΣ δεν υπάρχει τυποποίηση σε ότι αφορά την αναπαράσταση της γνώσης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ελευθερία επιλογής των ειδικών επιστημόνων αλλά ιδιαίτερα των κατασκευαστών ΕΣ, τόσο από πλευράς υλοποίησης, όσο και από πλευράς ορολογίας. Χαρακτηριστικό είναι ότι στο πακέτο ανάπτυξης ΕΣ Xi3+, ο ορισμός Αντικείμενο-Ιδιότητα-Τιμή (Object-Attribute-Value) ονομάζεται Ταυτοποιητής-Συσχέτιση-Τιμή (Identifier-Relation-Value). Επίσης, σε άλλα ΕΣ οι ΒΓ παρουσιάζουν μια συνεκτικότητα δόμηση των κανόνων, στις "οθόνες" με τα μηνύματα, κλπ. Άλλες ΒΓ τα διαχωρίζουν και τα αναπαριστούν με μια ιδιαίτερη εσωτερική μορφή, αδιαφανή για το χρήστη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα μία ακόμη δυσκολία για τη μεταφερσιμότητα της ΒΓ από σύστημα σε σύστημα. Από την άλλη πλευρά, η μη τυποποίηση έχει ως αποτέλεσμα την καθετοποιημένη παραγωγή πλήρως διαφοροποιημένων εργαλείων ανάπτυξης ΕΣ από τους κατασκευαστές με αποτέλεσμα την ποικιλία δυνατοτήτων και τη μείωση του κόστους.

Η ποικιλία των χαρακτηριστικών και των δυνατοτήτων των φλοιών ανάπτυξης ΕΣ, επιφέρει ιδιαίτερες δυσκολίες στη επιλογή τους από τον χρήστη. Ο Styliανου

(1992), προτείνει μια σειρά από οκτώ κατηγορίες κριτηρίων για την επιλογή φλοιού, που έχουν σχέση από τον ενδιάμεσο μηχανισμό χρήστη μηχανής μέχρι και την αξιολόγηση της υποστήριξης της εταιρείας που ανέπτυξε το φλοιό.

Τα ΕΣ αναπτύσσονται και αρχίζουν να χρησιμοποιούνται όλο και σε περισσότερους επιστημονικούς και μη τομείς από διάγνωση μέχρι διαχείριση δικτύων (βλέπε Goyal and Worrest, (1988)) και έλεγχο σιδηροδρομικών σταθμών (βλέπε Fringuelli et al (1992)). Η ανάπτυξη αυτή έχει δημιουργήσει προβλήματα αποδοχής από τους ειδικούς του γνωστικού αντικείμενου, όπως επίσης και τους χρήστες. Υπάρχει μια επιφύλαξη και από μερικούς χρήστες μια άρνηση για την πιθανή υποκατάστασή τους από τα ΕΣ. Στην ουσία δεν υπάρχει ο κίνδυνος αυτός, ή, τουλάχιστον, δεν είναι ορατός με την υπάρχουσα τεχνολογία. Στην πράξη τα ΕΣ μπορούν να θεωρηθούν ως εργαλεία που βοηθούν τον ειδικό στη διαδικασία λήψης της απόφασης, αναλαμβάνοντας μια επίπονη και πολύπλοκη διαδικασία. Ο ειδικός θα δεχθεί ή θα απορρίψει την πρόταση του συστήματος και θα ασχοληθεί με ουσιαστικότερη και πλέον παραγωγική εργασία. Η άρση των επιφυλάξεων αυτών από πλευράς χρηστών μπορεί να γίνει με την ουσιαστική συμμετοχή και των χρηστών στη διαδικασία ανάπτυξης του ΕΣ, όπως αντιμετωπίζεται και στη διαδικασία ανάπτυξης κλασικών Πληροφοριακών Συστημάτων (βλέπε, Sideridis (1987)).

Η ανάπτυξη της Πληροφορικής σε άλλους τομείς, όπως των επικοινωνιών ευρείας δέσμης (Τσιλιγκιρίδης και άλλοι, (1992)), δικτύων, επεξεργασίας εικόνας, πολυμορφικών μέσων πληροφόρησης (Multi media), interactive video, κλπ. και η συνεργασία των ΕΣ με αυτές τις τεχνολογίες, θα επιτρέψει στα ΕΣ δυνατότητα διάχυση της γνώσης σε ευρύτερους χώρους αλλά και τη μεγαλύτερη αποδοχή τους από τους χρήστες. Για το λόγο αυτό επιβάλλεται συνέχιση της έρευνας στου αντίστοιχους τομείς των επιστημονικών κλάδων αυτών, προκειμένου τα επιτεύγματα

της επιστήμης αυτής να συμβάλλουν στη βελτίωση των προϊόντων ώστε να γίνουν φιλικότερα στο χρήστη.

Προβλήματα όπως η διάγνωση στη φυτοπαθολογία ή η ταξινόμηση στη Συστηματική Βοτανική έχουν ανάγκη συμπερασματολογίας μέσα από αβεβαιότητα. Για το σκοπό αυτό η χρήση της Ασαφούς Λογικής, δίδει μία ευκολία στην ανάπτυξη των ΕΣ. Στην ουσία μεταθέτει την ευθύνη για την εισαγωγή των συντελεστών βεβαιότητας, που αφορούν τη σιγουριά με την οποία επιβεβαιώνει ένα γεγονός, στον τελικό χρήστη. Για συντελεστές βεβαιότητας που έχουν σχέση με τη βαρύτητα ενός γεγονότος, στη διαδικασία επιβεβαίωσης των συμπερασμάτων ενός κανόνα ή για τη χρήση πιθανοθεωρητικών μοντέλων, η δυσκολία αυξάνει εκθετικά. Οι εμπειρογνώμονες, μπορούν βέβαια να δώσουν τέτοιους συντελεστές ή πιθανότητες, ανάλογα με το μοντέλο, που είναι καθαρά εμπειρικοί. Για την αντικειμενικότητα αυτών των συντελεστών υπάρχει ανάγκη μιας ιδιαίτερα τομεακής έρευνας. Για τη φυτοπαθολογία, για παράδειγμα, χρειάζεται μια Βάση Δεδομένων (ΒΔ) που θα καταγράφονται οι περιπτώσεις των διαφόρων ασθενειών ανά φυτό που ανεδείχθησαν, (Μπενάκειο, Γεωργικοί Σταθμοί, κλπ.), με όλα τα σχετικά στοιχεία που συνδέονται με αυτή (συμπτώματα, σημεία, γεωγραφική περιοχή, κλπ.). Αυτή η ΒΔ με κατάλληλη στατιστική, επεξεργασία θα αποτελέσει μια πηγή τροφοδοσία απαραίτητων πληροφοριών σε αυτούς που κτίζουν αντίστοιχα ΕΣ, ώστε η συμπερασματολογία να γίνεται και μέσα από αβεβαιότητα.

Παρόμοιες ΒΔ για τη Συστηματική Βοτανική, θα επιτρέψουν την ταξινόμηση μέσα από μη πλήρη πληροφόρηση. Η διαφορά των δύο παραπάνω περιπτώσεων είναι ότι, από τη ΒΔ στη φυτοπαθολογία, υπάρχει η δυνατότητα παραγωγής νέων πληροφοριών με βάση τα αποθηκευμένα ιστορικά στοιχεία. Αντίθετα η ΒΔ στη Συστηματική Βοτανική θα προκύψει μέσα από υπάρχοντες ταξινομικούς καταλόγους και τα αποτελέσματα θα είναι στατικά.

Ο χώρος της Γεωργίας απαιτεί πολλές φορές υψηλή εξειδίκευση των επιστημόνων, όπου επίσης διαφορετικά γνωστικά αντικείμενα συνεισφέρουν από πλευράς γνώσεων για τη διαδικασία λήψη απόφασης. Είναι λοιπόν αναμενόμενη η είσοδος των ΕΣ και η μεγάλη συμμετοχή τους στην ανωτέρω διαδικασία. Η πραγματοποίηση ειδικών Συνεδρίων με θέμα τα ΕΣ σε διάφορους τομείς της Γεωργίας θα έφερναν σε επαφή απεισθήμονες διαφορετικών κλάδων (Πληροφορικής - Γεωπονίας). Οι άνθρωποι της Πληροφορικής και ειδικότερα των ΕΣ ενδιαφέρονται για χώρους εφαρμογής αλλά και οι της Γεωπονίας, ενδιαφέρονται για τη δημιουργία εργαλείων για τη λύση διαφόρων προβλημάτων τους. Συνεπώς διαβλέπουμε μια συνεχή ανάπτυξη ΕΣ και περαιτέρω διείσδυσή τους στα διάφορα αντικείμενα της Γεωργίας τα προσεχή χρόνια.

Ανακεφαλαιώνοντας θα μπορούσαμε συμπερασματικά αν συνοψίσουμε τα ανοικτά προβλήματα της έρευνας στους τομείς της εσωτερικής αναπαράστασης και σύλληψης της γνώσης για το χώρο της Γεωπονίας.

Ασφαλώς το πρόβλημα της εσωτερικής αναπαράστασης της γνώσης που αντιμετωπίζεται ικανοποιητικά με τη μέθοδο του κεφαλαίου 6, επεκτείνεται στο κεφάλαιο 8 πάνω σε μία Βάση Δεδομένων. Η ίδια μέθοδος θα μπορούσε να επεκταθεί σε άλλους τρόπους αναπαράστασης της γνώσης όπως πλαίσια και σημασιολογικά δίκτυα. Αυτό θα είχε ως αποτέλεσμα, στα συστήματα αυτά, τη μείωση της πολλαπλής εμφάνισης των ίδιων πληροφοριών με φυσικό επακόλουθο τη μείωση του χώρου της μνήμης που καταλαμβάνει μία Βάση Γνώσης. Έρευνα θα πρέπει επίσης να γίνει στο θέμα συνεργασίας των ΕΣ με άλλα περιβάλλοντα όπως τις Βάσεις Δεδομένων, συστήματα προσομείωσης, κλπ.

Τα ΕΣ που αναπτύσσονται με το φλοιό του κεφαλαίου 6 χαρακτηρίζονται από:

- απλούστερη παράσταση των κανόνων της Βάσης Γνώσης,

- ελεύθερη χρήση της Ελληνικής γλώσσας,
- ελεύθερο καθορισμό των λέξεων κλειδιών από τον χρήστη και,
- υψηλή ταχύτητα επεξεργασία ιδιαίτερα σε μεγάλου όγκου Βάσεις Γνώσης.

Επιβάλλεται περαιτέρω έρευνα στη μεθοδολογία σύλληψης της γνώσης και προσέγγισης του ειδικού. Στο κεφάλαιο 10 προτάθηκε μία νέα μέθοδος καταγραφής της γνώσης που απευθύνεται κύρια στο χώρο της διαγνωστικής αλλά μπορεί να εφαρμοσθεί και στην ταξινόμηση. Ασφαλώς νέα συνεχώς βελτιούμενα εργαλεία (λογισμικό, υλικό) θα συμβάλλουν στη φιλικότητα των συστημάτων που θα έχει ως αποτέλεσμα την αποδοχή των ΕΣ από τους χρήστες και τη είσοδό τους ακόμη και στην εκπαιδευτική διαδικασία.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ -1

ΒΑΣΗ ΓΝΩΣΗΣ ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΣΕ Χi3+

```

default "η ασθένεια" πρέπει να είναι "αγνωστη"
default "κατηγορία ασθένειας" είναι "αγνωστη"
comment ***** Μυκητολογικές ασθένειες*****

when query "η ασθένεια" πρέπει να είναι
then report from file arxi.rpt
  and command reset data
  and do form "Προσβεβλημενο μερος"
  and do form "Το φυτο παρουσιάζει"
  and check "η ασθένεια"

when "το φυτο" παρουσιάζει "κηλίδες"
then do form "Καθορισμος κηλιδων"
  and do form "Θεση των κηλιδων"

if "το φυτο" παρουσιάζει "κηλίδες"
  and "προσβεβλημενο μερος" είναι "φυλλο"
  and "θεση εμφανισης της κηλιδας" είναι "η περιφερεια ελασματος" or
  "κορυφη του ελασματος"
  and "η κηλιδα" εχει μεγεθος "μεγαλο"
  and "η κηλιδα" εχει σχημα "ακανονιστο"
  and "η κηλιδα" εχει χρωμα "καστανο" or "βαθυ καστανο" or "μαυρο" or
  "υποκιτρινο"
  and "η κηλιδα" εχει μορφη "υδατωδη"
  and "η κηλιδα" εμφανιζει "εξανθηση"
  and "ο καιρος" είναι "υγρος"
  and "η εξανθηση" εχει μορφη "λεπτη"
  and "η εξανθηση" εχει χρωμα "λευκο"
  and "θεση εμφανισης της εξανθησης" είναι "η κατω επιφανεια του φυλλου"
then "η ασθένεια" πρέπει να είναι "Phytophthora infestans"
  and "κατηγορία ασθένειας" είναι "Μυκητολογικη"
  and do form "Phytophthora infestans"

if "το φυτο" παρουσιάζει "κηλίδες"
  and "προσβεβλημενο μερος" είναι "φυλλο"
  and "θεση εμφανισης της κηλιδας" είναι "η περιφερεια ελασματος" or
  "κορυφη του ελασματος"
  and "η κηλιδα" εχει μεγεθος "μεγαλο"
  and "η κηλιδα" εχει σχημα "ακανονιστο"
  and "η κηλιδα" εχει χρωμα "καστανο" or "βαθυ καστανο" or "μαυρο" or
  "υποκιτρινο"
  and "η κηλιδα" εχει μορφη "υδατωδη"
  and "η κηλιδα" εμφανιζει "εξανθηση"
  and "ο καιρος" είναι "ξηρος"
  and "το προσβεβλημενο ελασμα" παρουσιάζει "συρρικνωση"
  and "το προσβεβλημενο ελασμα" παρουσιάζει "αποξηρανση"

```

```

and "το προσβεβλημενο ελασμα θρυμματιζεται"
then "η ασθενεια" πρεπει να είναι "Phytophthora infestans"
and "κατηγορια ασθενειας" είναι "Μυκητολογικη"
and do form "Phytophthora infestans"

```

```

if "το φυτο" παρουσιαζει "κηλιδες"
and "προσβεβλημενο μερος" είναι "μισχος" or "βλαστος"
and "θεση εμφανισης της κηλιδας" είναι "μισχος" or "βλαστος"
and "η κηλιδα" έχει μεγεθος "μεγαλο"
and "η κηλιδα" έχει σχημα "ακανονιστο" or "επιμηκες"
and "η κηλιδα" έχει χρωμα "καστανο" or "βαθυ καστανο" or "μαυρο"
and "το φυτο" παρουσιαζει "μαρασμο"
and "ο καιρος" είναι "υγρος"
and "η κηλιδα" εμφανιζει "εξανθηση"
and "η εξανθηση" έχει μορφη "λεπτη"
and "θεση εμφανισης της εξανθησης" είναι "η κατω επιφανεια του φυλλου"
then "η ασθενεια" πρεπει να είναι "Phytophthora infestans"
and "κατηγορια ασθενειας" είναι "Μυκητολογικη"
and do form "Phytophthora infestans"

```

```

if "το φυτο" παρουσιαζει "κηλιδες"
and "προσβεβλημενο μερος" είναι "μισχος" or "βλαστος"
and "θεση εμφανισης της κηλιδας" είναι "μισχος" or "βλαστος"
and "η κηλιδα" έχει μεγεθος "μεγαλο"
and "η κηλιδα" έχει μορφη "νεκρωτικη"
and "η κηλιδα" έχει σχημα "ακανονιστο" or "επιμηκες"
and "η κηλιδα" έχει χρωμα "καστανο" or "βαθυ καστανο" or "μαυρο"
and "το φυτο" παρουσιαζει "μαρασμο" or "αποξηρανση"
then "η ασθενεια" πρεπει να είναι "Phytophthora infestans"
and "κατηγορια ασθενειας" είναι "Μυκητολογικη"
and do form "Phytophthora infestans"

```

```

if "το φυτο" παρουσιαζει "κηλιδες"
and "προσβεβλημενο μερος" είναι "καρπος"
and "θεση εμφανισης της κηλιδας" είναι "το σημειο προσφυσης του
ποδισκου"
and "η κηλιδα" έχει μεγεθος "μεγαλο"
and "η κηλιδα" έχει σχημα "ακανονιστο"
and "η κηλιδα" έχει μορφη "ελαφρα βυθισμενη"
and "η κηλιδα" έχει χρωμα "γριζοπρασινο" or "καστανο"
then "η ασθενεια" πρεπει να είναι "Phytophthora infestans"
and "κατηγορια ασθενειας" είναι "Μυκητολογικη"
and do form "Phytophthora infestans"

```

comment *****

```

if "το φυτο" παρουσιαζει "κηλιδες"
and "προσβεβλημενο μερος" είναι "φυλλο"
and "θεση εμφανισης της κηλιδας" είναι "η ανω επιφανεια του φυλλου"
and "η κηλιδα" έχει σχημα "γωνιωδες"
and "η κηλιδα" εμφανιζει "εξανθηση"
and "η κηλιδα" έχει χρωμα "κιτρινο" or "κιτρινοπρασινο"
and "η εξανθηση" έχει μορφη "λεπτη"
and "θεση εμφανισης της εξανθησης" είναι "η κατω επιφανεια του φυλλου"

```

```
then "η ασθένεια" πρέπει να είναι "Leveillula taurica"
and "κατηγορία ασθένειας" είναι "Μυκητολογική"
and do form "Leveillula taurica"
```

```
comment *****
```

```
if "το φυτό" παρουσιάζει "κηλίδες"
and "προσβεβλημένο μέρος" είναι "φύλλο"
and "θέση εμφάνισης της κηλίδας" είναι "το ελάσμα του φύλλου"
and "η κηλίδα" έχει σχήμα "κυκλικό" or "ακανονιστό"
and "η κηλίδα" έχει μορφή "υδατώδη"
and "η κηλίδα" εμφανίζει "πολυστιγμία"
and "το φυτό" παρουσιάζει "πτώση των εντονα προσβεβλημένων φυλλών"
then "η ασθένεια" πρέπει να είναι "Septoria Lycopersici"
and "κατηγορία ασθένειας" είναι "Μυκητολογική"
and do form "Septoria lycopersici"
```

```
if "το φυτό" παρουσιάζει "κηλίδες"
and "προσβεβλημένο μέρος" είναι "φύλλο"
and "θέση εμφάνισης της κηλίδας" είναι "το ελάσμα του φύλλου"
and "η κηλίδα" έχει σχήμα "κυκλικό" or "ακανονιστό"
and "η κηλίδα" έχει μορφή "νεκρωτική"
and "η κηλίδα" έχει χρώμα "καστανερυθρό" or "μαυρό"
and "η κηλίδα" έχει χρώμα "με γκριζό το κέντρο"
and "η κηλίδα" εμφανίζει "πολυστιγμία"
and "το φυτό" παρουσιάζει "πτώση των εντονα προσβεβλημένων φυλλών"
then "η ασθένεια" πρέπει να είναι "Septoria Lycopersici"
and "κατηγορία ασθένειας" είναι "Μυκητολογική"
and do form "Septoria lycopersici"
```

```
comment *****
```

```
if "το φυτό" παρουσιάζει "κηλίδες"
and "το φυτό" είναι "νεαρό"
and "προσβεβλημένο μέρος" είναι "βάση του στελεχούς" or "γύρω από το
στελεχος" or "πάνω από το στελεχος"
and "το φυτό" εμφανίζει "σκοτεινές περιοχές"
and "κατηγορία ασθένειας" είναι "Μυκητολογική"
and "η κηλίδα" εμφανίζει "εξανθήση"
and "η εξανθήση" έχει χρώμα "μαυρό"
then "η ασθένεια" πρέπει να είναι "Alternaria solani"
and "κατηγορία ασθένειας" είναι "Μυκητολογική"
and do form "Alternaria solani"
```

```
if "το φυτό" παρουσιάζει "κηλίδες"
and "το φυτό" είναι "ανεπτυγμένο"
and "προσβεβλημένο μέρος" είναι "παλιό φύλλο βάσης" or "στελεχος" or
"μισχος"
and "η κηλίδα" έχει μέγεθος "μικρό"
and "η κηλίδα" έχει σχήμα "κυκλικό" or "γωνιώδες"
and "η κηλίδα" έχει σχήμα "με συγκεντρικούς κυκλους"
and "η κηλίδα" έχει χρώμα "καστανο" or "μαυρό"
and "η κηλίδα" εμφανίζει "εξανθήση"
and "η εξανθήση" έχει χρώμα "μαυρό"
```

```
then "η ασθένεια" πρέπει να είναι "Alternaria solani"
and "κατηγορία ασθένειας" είναι "Μυκητολογική"
and do form "Alternaria solani"
```

```
if "το φυτό" παρουσιάζει "κηλίδες"
and "το φυτό" είναι "ανεπτυγμένο"
and "προσβεβλημένο μέρος" είναι "καρπός"
and "η κηλίδα" έχει μέγεθος "μικρό"
and "η κηλίδα" έχει σχήμα "κυκλικό" or "γωνιώδες"
and "η κηλίδα" έχει μορφή "βυθισμένη"
and "η κηλίδα" έχει υφή "δερματώδη"
and "η κηλίδα" έχει σχήμα "με συγκεντρικούς κύκλους"
and "η κηλίδα" έχει χρώμα "καστανό" or "μαυρό"
and "η κηλίδα" εμφανίζει "εξανθήση"
and "η εξανθήση" έχει χρώμα "μαυρό"
then "η ασθένεια" πρέπει να είναι "Alternaria solani"
and "κατηγορία ασθένειας" είναι "Μυκητολογική"
and do form "Alternaria solani"
```

```
comment *****
```

```
if "το φυτό" παρουσιάζει "κηλίδες"
and "προσβεβλημένο μέρος" είναι "στελεχος" or "βάση του φυτού" or
"ποδίσκος του καρπών" or "μισχος"
and "θέση εμφάνισης της κηλίδας" είναι "φύλλο"
and "η κηλίδα" έχει μορφή "νεκρωτική"
and "το έλκος" έχει σχήμα "επιμηκές"
and "το έλκος" έχει χρώμα "καστανό" or "μαυρό"
and "ο ιστός κάτω από το έλκος" έχει χρώμα "καστανό"
and "ο ιστός κάτω από το έλκος" παρουσιάζει "ξηρά σήψη"
and "το ξυλό στη περιοχή του έλκους" παρουσιάζει "καστανό
μεταχρωματισμό"
then "η ασθένεια" πρέπει να είναι "Alternaria alternata"
and "κατηγορία ασθένειας" είναι "Μυκητολογική"
and do form "Alternaria alternata"
```

```
comment *****
```

```
if "το φυτό" παρουσιάζει "κηλίδες"
and "προσβεβλημένο μέρος" είναι "φύλλο"
and "θέση εμφάνισης της κηλίδας" είναι "η ανώ επιφάνεια του φύλλου"
and "η κηλίδα" έχει σχήμα "κυκλικό" or "ακανονιστό"
and "η κηλίδα" έχει χρώμα "κιτρινό" or "κιτρινοπράσινο"
and "η κηλίδα" εμφανίζει "εξανθήση"
and "θέση εμφάνισης της εξανθήσης" είναι "η κάτω επιφάνεια του φύλλου"
and "η εξανθήση" έχει χρώμα "ανοικτό καστανό" or "γκρίζο καστανό" or
"ελαιοκαστανό"
and "η εξανθήση" έχει μορφή "βελουδού"
then "η ασθένεια" πρέπει να είναι "Fulvia fulva"
and "κατηγορία ασθένειας" είναι "Μυκητολογική"
and do form "Fulvia fulva"
```

```
comment *****
```

```

if "το φυτο" παρουσιαζει "κηλιδες"
and "το φυτο" ειναι "ανεπτυγμενο"
and "το φυτο" παρουσιαζει "μαρασμο"
and "το φυλλο" παρουσιαζει "χλωρωση"
and "ο φλοιος του λαιμου" παρουσιαζει "νεκρωση"
and "ο φλοιος του λαιμου" παρουσιαζει "ξηρα σηψη"
and "η κηλιδα" εχει σχημα "επιμηκες"
and "η κηλιδα" εχει μεγεθος "μεγαλο"
and "η κηλιδα" εχει χρωμα "καστανο"
and "η κηλιδα" εχει μορφη "ελαφρα βυθισμενη"
and "το φυλλο" εμφανιζει "πυκνιδια"
then "η ασθeneια" πρεπει να ειναι "Didymella lycopersici"
and "κατηγορια ασθeneιας" ειναι "Μυκητολογικη"
and do form "Didymella lycopersici"

```

comment *****

```

if "το φυτο" παρουσιαζει "ελκη"
and "προσβεβλημενο μερος" ειναι "λαιμος" or "κεντρικη ριζα"
and "το ελκος" εχει σχημα "επιμηκες"
and "το ελκος" εχει μορφη "μαλακη"
and "το ελκος" εχει χρωμα "καστανο" or "μαυρο"
then "η ασθeneια" πρεπει να ειναι "Phytophthora λαιμού - καρπών"
and "κατηγορια ασθeneιας" ειναι "Μυκητολογικη"
and do form "Phytophthora λαιμου - καρπων"

```

```

if "το φυτο" παρουσιαζει "κηλιδες"
and "προσβεβλημενο μερος" ειναι "καρπος"
and "χρωμα του καρπου" ειναι "πρασινο"
and "η κηλιδα" εχει μεγεθος "μεγαλο"
and "η κηλιδα" εχει μορφη "με συγκεντρωτικούς δακτυλιους"
and "η κηλιδα" εχει χρωμα "γκριζο καστανο"
then "η ασθeneια" πρεπει να ειναι "Phytophthora λαιμού - καρπών"
and "κατηγορια ασθeneιας" ειναι "Μυκητολογικη"
and do form "Phytophthora λαιμου - καρπων"

```

comment *****

comment ***** Βακτηριολογικές ασθeneιες*****
and =====

```

if "χρωση κατα Gram" ειναι μονο "θετικη"
then "η ασθeneια" πρεπει να ειναι "Clavibacter michiganensis"
and "κατηγορια ασθeneιας" ειναι "Βακτηριολογικη"
and do form "Clavibacter michiganensis"

```

```

if "χρωση κατα Gram" ειναι μονο "αρνητικη"
then "η ασθeneια" πρεπει να ειναι "Pseudomonas solanacearum"
and "κατηγορια ασθeneιας" ειναι "Βακτηριολογικη"
and do form "Pseudomonas solanacearum"

```

```

if "το φυτο" παρουσιαζει "κηλιδες"
and "το φυτο" παρουσιαζει "ελκη"
and "το φυτο" παρουσιαζει "μεταχρωματισμο"

```


and "το φυτο" παρουσιαζει "νανισμο" or "μαρασμο"
 and "θεση εμφανισης του μεταχρωματισμου" ειναι "στελεχος" or "μισχος"
 and "ο μεταχρωματισμος" εχει σχημα "πεταλου"
 and "χρωμα του μεταχρωματισμου" ειναι "κιτρινοκαστανο"
 and "το ελκος" εχει μορφη "βαθια"
 and "το ελκος" εχει μορφη "ανοικτη"
 and "θεση εμφανισης του ελκουσ" ειναι "στελεχος" or "μισχος" or
 "ποδισκος"
 and "θεση εμφανισης της κηλιδας" ειναι "καρπος"
 and "η κηλιδα" εχει χρωμα "καστανο"
 and "η κηλιδα" εχει χρωμα "με υπολευκο δακτυλιο"
 and "η κηλιδα" εχει μεγεθος "μικρο"
 and "η κηλιδα" εχει σχημα "κυκλικο"
 then "η ασθeneια" πρεπει να ειναι "Clavibacter michiganensis"
 and "κατηγορια ασθeneιας" ειναι "Βακτηριολογικη"
 and do form "Clavibacter michiganensis"

if "το φυτο" παρουσιαζει "ελκη"
 and "το φυτο" παρουσιαζει "μεταχρωματισμο"
 and "το φυτο" παρουσιαζει "νανισμο" or "μαρασμο"
 and "θεση εμφανισης του μεταχρωματισμου" ειναι "στελεχος" or "μισχος"
 and "ο μεταχρωματισμος" εχει σχημα "πεταλου"
 and "χρωμα του μεταχρωματισμου" ειναι "κιτρινο καστανο"
 and "το ελκος" εχει μορφη "βαθια"
 and "το ελκος" εχει μορφη "ανοικτη"
 and "θεση εμφανισης του ελκουσ" ειναι "στελεχος" or "ποδισκος" or
 "μισχος"
 then "η ασθeneια" πρεπει να ειναι "Clavibacter michiganensis"
 and "κατηγορια ασθeneιας" ειναι "Βακτηριολογικη"
 and do form "Clavibacter michiganensis"

comment *****

if "το φυτο" παρουσιαζει "ελκη"
 and "το φυτο" παρουσιαζει "μεταχρωματισμο"
 and "το φυτο" παρουσιαζει "νανισμο" or "μαρασμο"
 and "θεση εμφανισης της χλωρωσης" ειναι "φυλλο"
 and "θεση εμφανισης του μεταχρωματισμου" ειναι "στελεχος" or "μισχος"
 and "ο μεταχρωματισμος" εχει σχημα "πεταλου"
 and "χρωμα του μεταχρωματισμου" ειναι "κιτρινο καστανο"
 and "το ελκος" εχει μορφη "βαθια"
 and "το ελκος" εχει μορφη "ανοικτη"
 and "θεση εμφανισης του ελκουσ" ειναι "στελεχος" or "ποδισκος" or
 "μισχος"
 then "η ασθeneια" πρεπει να ειναι "Pseudomonas solanacearum"
 and "κατηγορια ασθeneιας" ειναι "Βακτηριολογικη"
 and do form "Pseudomonas solanacearum"

if "το φυτο" παρουσιαζει "νανισμο"
 and "το φυτο" παρουσιαζει "θαμνωδη μορφη"
 and "το ανθος" παρουσιαζει "υπερμεγεθη σεπαλα"
 and "το ανθος" παρουσιαζει "πρασινισμα πεταλων"
 and "το φυτο" παρουσιαζει "παραμορφωση ανθηρων"
 and "η ακραια βλαστηση" παρουσιαζει "υποτυπωδη φυλλα"

and "η ακραια βλαστηση" παρουσιαζει "επιμηκυσμενους ποδισκους
ταξιανθιων"
and "το νεαρο φυλλο" παρουσιαζει "οψιμη εμφανιση ιωδους χρωματισμου"
then "η ασθeneια" πρeπει να είναι "Stolbur"
and "κατηγορια ασθeneιας" είναι "Βακτηριολογικη"
and do form "Stolbur"

comment

if "το φυτο" παρουσιαζει "κηλιδες"
and "θεση εμφανισης της κηλιδας" είναι "φυλλο" or "στελεχος" or
"καρπος"
and "το φυτο" είναι "νεαρο"
and "η κηλιδα" εχει μεγεθος "μικρο"
and "η κηλιδα" εχει σχημα "ακανονιστο"
and "η κηλιδα" εχει υφη "λιπαρη"
and "η κηλιδα" εχει χρωμα "σκοτεινο"
and "η κηλιδα" εχει χρωμα "με κιτρινη περιφερεια"
then "η ασθeneια" πρeπει να είναι "Βακτηριακη κηλιδωση"
and "κατηγορια ασθeneιας" είναι "Βακτηριολογικη"
and do form "Bacterial spot"

if "το φυτο" παρουσιαζει "κηλιδες"
and "θεση εμφανισης της κηλιδας" είναι "φυλλο" or "στελεχος" or
"καρπος"
and "το φυτο" είναι "ανεπτυγμενο"
and "ο καρπος" εχει χρωμα "πρασινο"
and "η κηλιδα" εχει μεγεθος "μικρο" or "μεγαλο"
and "η κηλιδα" εχει σχημα "ακανονιστο"
and "η κηλιδα" εχει μορφη "υδατωδη"
and "η κηλιδα" εχει μορφη "ελαφρα υπερυψωμενη"
and "η κηλιδα" εχει μορφη "νεκρωτικη"
and "η κηλιδα" εχει χρωμα "βαθυ πρασινο" or "καστανο"
and "η κηλιδα" εχει μορφη "ελαφρα υπερυψωμενη"
and "ο ιστος" παρουσιαζει "βυθισμα"
and "ο ιστος" παρουσιαζει "σχισιμο στο κεντρο"
and "η περιφερεια του ιστου παραμενει υπερυψωμενη"
then "η ασθeneια" πρeπει να είναι "Βακτηριακη κηλιδωση"
and "κατηγορια ασθeneιας" είναι "Βακτηριολογικη"
and do form "Bacterial spot"

comment *****

comment Τροφοπενίες

and =====

if "το φυτο" παρουσιαζει "χλωρωση"
and "θεση εμφανισης της χλωρωσης" είναι "νεαρο φυλλο"
and "θεση εμφανισης της χλωρωσης" είναι "μεσονευρια"
and "το φυτο" παρουσιαζει "ανασχεση βλαστησης"
and "οι κορυφες των βλαστων" είναι "χλωρωτικες"
then "η ασθeneια" πρeπει να είναι "Τροφοπενια σιδηρου"
and "κατηγορια ασθeneιας" είναι "Τροφοπενια"

```

and do form "Τροφοπενια Σιδηρου"

if "το φυτο" παρουσιαζει "κηλιδες"
and "προσβεβλημενο μερος" ειναι "κατωτερο φυλλο"
and "η κηλιδα" εχει μορφη "χλωρωτικη"
and "η κηλιδα" εχει μεγεθος "μεγαλο"
and "θεση εμφανισης της κηλιδας" ειναι "μεταξυ πρασινων νευρων"
and "η περιφερεια του ελασματος" ειναι "πρασινη"
then "η ασθeneια" πρεπει να ειναι "Τροφοπενια μαγνησιου"
and "κατηγορια ασθeneιας" ειναι "Τροφοπενια"
and do form "Τροφοπενια Μαγνησιου"

if "το φυτο" παρουσιαζει "κηλιδες"
and "προσβεβλημενο μερος" ειναι "κατωτερο φυλλο"
and "η κηλιδα" εχει μορφη "χλωρωτικη"
and "η κηλιδα" εχει μορφη "νεκρωτικη"
and "η κηλιδα" εχει χρωμα "καστανο"
and "η κηλιδα" εχει μεγεθος "μικρο"
and "θεση εμφανισης της κηλιδας" ειναι "μεταξυ πρασινων νευρων"
and "η περιφερεια του ελασματος" ειναι "πρασινη"
then "η ασθeneια" πρεπει να ειναι "Τροφοπενια μαγνησιου"
and do form "Τροφοπενια Μαγνησιου"

if "το φυτο" παρουσιαζει "κηλιδες"
and "το φυτο" παρουσιαζει "χλωρωση"
and "προσβεβλημενο μερος" ειναι "φυλλο"
and "το φυλλο" εχει μεγεθος "μικρο"
and "το φυτο" παρουσιαζει "βραδεια αναπτυξη"
and "το παλαιο φυλλο" εχει χρωμα "ορυχαλκου"
and "η κηλιδα" εχει μορφη "νεκρωτικη"
and "θεση εμφανισης της κηλιδας" ειναι "πλησιον βασης φυλλαριων"
and "το ελασμα του φυλλου" ειναι "παχυ"
and "θεση εμφανισης της χλωρωσης" ειναι "μεσονευρια"
and "το φυλλο" παρουσιαζει "καρουλιασμα προς τα κατω"
then "η ασθeneια" πρεπει να ειναι "Τροφοπενια ψευδαργυρου"
and "κατηγορια ασθeneιας" ειναι "Τροφοπενια"
and do form "Τροφοπενια Ψευδαργυρου"

if "προσβεβλημενο μερος" ειναι "φυλλο" or "καρπος"
and "το φυτο" παρουσιαζει "χλωρωση"
and "θεση εμφανισης της χλωρωσης" ειναι "μεταξυ των κυριων νευρων"
and "το φυτο" παρουσιαζει "βραδεια αναπτυξη"
and "το παλαιο φυλλο" εχει χρωμα "ορυχαλκου"
and "το παλαιο φυλλο" εχει χρωμα "με περιφερεια κιτρινοπρασινη"
and "το φυλλο" παρουσιαζει "καρουλιασμα προς τα κατω"
and "ο βλαστος" εχει σχημα "λεπτο"
and "ο βλαστος" εχει μορφη "ξυλωδη"
and "ο βλαστος" εχει μορφη "σκληρη"
and "το φυτο" παρουσιαζει "λιγους καρπους"
and "το φυτο" παρουσιαζει "ακανονιστη ωριμανση"
and "ο καρπος" παρουσιαζει "αλλοιωση σχηματος"
and "ο καρπος" παρουσιαζει "πρασινοκιτρινες ασαφεις περιοχες"
then "η ασθeneια" πρεπει να ειναι "Τροφοπενια καλιου"
and "κατηγορια ασθeneιας" ειναι "Τροφοπενια"

```

and do form "Τροφοπενια Καλιου "

comment ***** Ιολογικές ασθένειες*****

and =====

```
if "το φυτο" παρουσιάζει "κηλιδες"
and "προσβεβλημενο μερος" είναι "φυλλο" or "στελεχος" or "καρπος"
and "η εποχη" είναι "καλοκαιρι"
and "θεση εμφανισης της κηλιδας" είναι "το ελασμα του φυλλου"
and "η κηλιδα" έχει μορφη "νεκρωτικη"
and "το φυτο" παρουσιάζει "μικροφυλλια"
and "το φυτο" παρουσιάζει "ποικιλοχρωση"
and "το φυλλο" παρουσιάζει "κατσαρωμα" or "καρουλιασμα"
and "το φυλλο" παρουσιάζει "παραμορφωση του ελασματος"
and "το φυλλο" παρουσιάζει "νευρα με πολυ οξειες γωνιες"
and "το φυλλο" έχει μεγεθος "μικρο"
and "το φυλλο" έχει σχημα "στενο" or "νηματωδες" or "φυλλου φτερης"
then "η ασθeneια" πρέπει να είναι "Tobacco mosaic virus"
and "κατηγορια ασθeneιας" είναι "Ιολογικη"
and do form "Tobacco mosaic virus"
```

```
if "προσβεβλημενο μερος" είναι "φυλλο" or "στελεχος" or "καρπος"
and "η εποχη" είναι "χειμωνας"
and "το φυτο" παρουσιάζει "νανισμο"
and "το φυλλο" παρουσιάζει "ποικιλοχρωση"
and "το φυλλο" παρουσιάζει "κατσαρωμα" or "καρουλιασμα"
and "το φυλλο" παρουσιάζει "παραμορφωση του ελασματος"
and "το φυλλο" παρουσιάζει "νευρα με πολυ οξειες γωνιες"
and "το φυλλο" έχει μεγεθος "μικρο"
and "το φυλλο" έχει σχημα "στενο" or "νηματωδες" or "φυλλου φτερης"
then "η ασθeneια" πρέπει να είναι "Tobacco mosaic virus"
and "κατηγορια ασθeneιας" είναι "Ιολογικη"
and do form "Tobacco mosaic virus"
```

comment *****

```
if "το φυτο" παρουσιάζει "χλωρωση"
and "προσβεβλημενο μερος" είναι "φυλλο" or "βλαστος"
and "πολλα ανθη παραμενουν στειρα"
and "το φυλλο" παρουσιάζει "χλωρωση"
and "θεση εμφανισης της χλωρωσης" είναι "κατα μηκος των νευρων των
φυλλων"
and "το φυλλο" έχει σχημα "στενο" or "νηματωδες" or "φυλλου φτερης"
then "η ασθeneια" πρέπει να είναι "Cucumber mosaic virus"
and "κατηγορια ασθeneιας" είναι "Ιολογικη"
and do form "Cucumber mosaic virus"
```

```
if "το φυτο" παρουσιάζει "νεκρωτικες περιοχες"
and "προσβεβλημενο μερος" είναι "φυλλο" or "βλαστος" or "καρπος"
and "νεκρωτικες περιοχες" παρουσιάζονται σε "φυλλο"
and "νεκρωτικες περιοχες" παρουσιάζονται σε "μισχο"
and "νεκρωτικες περιοχες" παρουσιάζονται σε "στελεχος"
and "νεκρωτικες περιοχες" παρουσιάζονται σε "καρπο"
and "η νεκρωση του καρπου" έχει χρωμα "λευκο"
```

```

and "η νεκρωση του καρπου" εχει μορφη "κηλιδας" or "δακτυλιων" or
"μεγαλων περιοχων"
and "παρτηρηθηκε νεκρωση της τοματας"
and "το φυλλο" παρουσιαζει "τραχυτητα"
and "το φυλλο" παρουσιαζει "ελαφρο κατασαρωμα"
and "το φυτο" παρουσιαζει "αναστολη αναπτυξης"
and "το φυτο" παρουσιαζει "επιστασια"
and "το φυλλο" εχει σχημα "στενο" or "νηματωδες" or "φυλλου φτερης"
then "η ασθeneια" πρeπει να ειναι "Cucumber mosaic virus (Μπεμ -1989)"
and "κατηγορια ασθeneιας" ειναι "Ιολογικη"
and do form "Cucumber mosaic virus (Μπεμ)"

```

```

if "το φυτο" παρουσιαζει "νεκρωτικες περιοχες"
and "προσβεβλημενο μερος" ειναι "φυλλο" or "βλαστος"
and "παρτηρηθηκε νεκρωση της τοματας"
and "το φυλλο" παρουσιαζει "τραχυτητα"
and "το φυλλο" παρουσιαζει "ελαφρο κατασαρωμα"
and "το φυτο" παρουσιαζει "αναστολη αναπτυξης"
and "το φυτο" παρουσιαζει "επιστασια"
and "το φυλλο" εχει σχημα "στενο" or "νηματωδες" or "φυλλου φτερης"
then "η ασθeneια" πρeπει να ειναι "Cucumber mosaic virus (Μπεμ -1989)"
and "κατηγορια ασθeneιας" ειναι "Ιολογικη"
and do form "Cucumber mosaic virus (Μπεμ)"

```

```

if "νεκρωτικες περιοχες" παρουσιαζονται σε "φυλλο"
and "νεκρωτικες περιοχες" παρουσιαζονται σε "μισχο"
and "νεκρωτικες περιοχες" παρουσιαζονται σε "βλαστο"
then "παρτηρηθηκε νεκρωση της τοματας"

```

comment *****

```

if "το φυτο" παρουσιαζει "κηλιδες"
and "προσβεβλημενο μερος" ειναι "φυλλο" or "νεαρο φυλλο" or "βλαστος"
or "καρπος" or "παλαιο φυλλο"
and "το νεαρο φυλλο" παρουσιαζει "μπρουτζινο μεταχρωματισμο"
and "το νεαρο φυλλο" παρουσιαζει "καρουλιασμα προς τα κατω"
and "θεση εμφανισης της κηλιδας" ειναι "φυλλο"
and "η κηλιδα" εχει μορφη "νεκρωτικη"
and "η κηλιδα" εχει χρωμα "καστανο" or "μαυρο"
and "η κηλιδα" εχει σχημα "κυκλικο"
and "το ελασμα του φυλλου" εχει χρωμα "καστανο"
and "το φυτο" παρουσιαζει "ανασχεση αναπτυξης της κορυφης"
and "το φυτο" παρουσιαζει "χλωρωση"
and "το φυτο" παρουσιαζει "νεκρωση των επακριων βλαστων"
and "ο καρπος παρουσιαζει ποικιλοχρωση"
then "η ασθeneια" πρeπει να ειναι "Tomato spotted wilt virus"
and "κατηγορια ασθeneιας" ειναι "Ιολογικη"
and do form "Tomato spotted wilt virus"

```

```

if "το φυτο" παρουσιαζει "κηλιδες"
and "προσβεβλημενο μερος" ειναι "νεαρο φυλλο" or "βλαστος" or "καρπος"
or "παλαιο φυλλο"
and "το νεαρο φυλλο" παρουσιαζει "μπρουτζινο μεταχρωματισμο"
and "το νεαρο φυλλο" παρουσιαζει "καρουλιασμα προς τα κατω"

```

and "θεση εμφανισης της κηλιδας" ειναι "φυλλο"
 and "η κηλιδα" εχει μορφη "νεκρωτικη"
 and "η κηλιδα" εχει χρωμα "καστανο" or "μαυρο"
 and "η κηλιδα" εχει σχημα "κυκλικο"
 and "το ελασμα του φυλλου" εχει χρωμα "καστανο"
 and "το φυτο" παρουσιαζει "ανασχεση αναπτυξης της κορυφης"
 and "το φυτο" παρουσιαζει "χλωρωση"
 and "το φυτο" παρουσιαζει "νεκρωση των επακριων βλαστων"
 then "η ασθeneia" πρεπει να ειναι "Tomato spotted wilt virus"
 and "κατηγορια ασθeneιας" ειναι "Ιολογικη"
 and do form "Tomato spotted wilt virus"

if "το φυτο" παρουσιαζει "κηλιδες"
 and "προσβεβλημενο μερος" ειναι "καρπος"
 and "θεση εμφανισης της κηλιδας" ειναι "καρπος"
 and "η κηλιδα" εχει σχημα "ακανονιστο"
 and "η κηλιδα" εχει χρωμα "ανοικτο κοκκινο" or "κιτρινο" or "πρασινο"
 and "η κηλιδα" εχει μορφη "χωρις σαφη ορια αποχρωσεων"
 then "ο καρπος παρουσιαζει ποικιλοχρωση"

when "η ασθeneia" πρεπει να ειναι "αγνωστη"
 then do form "Μη προσδιορισιμη ασθeneia"

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ -2

ΒΑΣΗ ΓΝΩΣΗΣ ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ ΚΑΙ ΑΛΛΟΙΩΣΕΩΝ ΟΙΝΟΥ ΣΕ ΧΙ3+

default "το κρασι" παρουσιάζει "αγνωστη ασθένεια ή αλλοίωση"

when query "το κρασι" παρουσιάζει
 then report from file krasia.rpt
 and command reset data
 and do form "Στο κρασι εμφανίζεται"
 and check "το κρασι"

if "συγκέντρωση τρισθενούς σιδήρου σε mg ανα l" > 12
 and "το κρασι" έχει χρώμα "λευκο έως ροζε"
 and "ολική οξύτητα σε g ανα l τρυγικού οξέως" < 4.5
 and "στο κρασι" εμφανίζεται "θολωμα"
 and "το θολωμα" έχει μορφή "απλη"
 and "το θολωμα" έχει χρώμα "φαιο έως κυανολευκο"
 and "στο κρασι" εμφανίζεται "ιζημα"
 and "το ιζημα" έχει μορφή "οποιαδήποτε"
 and "το ιζημα" έχει χρώμα "κυανομελαν"
 and "αντιδραση στο φως" είναι "διαύγαση θολωματος"
 and "διαλυτοτητα ιζηματος/θολωματος" εμφανίζεται "σε αραιο HCL"
 then "το κρασι" παρουσιάζει "Λευκανση"
 and report "το κρασι παρουσιάζει Λευκανση"

if "συγκέντρωση τρισθενούς σιδήρου σε mg ανα l" > 12
 and "το κρασι" έχει χρώμα "λευκο έως ροζε"
 and "ολική οξύτητα σε g ανα l τρυγικού οξέως" < 4.5
 and "στο κρασι" εμφανίζεται "θολωμα"
 and "το θολωμα" έχει μορφή "απλη"
 and "το θολωμα" έχει χρώμα "φαιο έως κυανολευκο"
 and "στο κρασι" εμφανίζεται "ιζημα"
 and "το ιζημα" έχει μορφή "οποιαδήποτε"
 and "το ιζημα" έχει χρώμα "κυανομελαν"
 and "αντιδραση στο φως" είναι "διαύγαση θολωματος"
 and "διαλυτοτητα ιζηματος/θολωματος" εμφανίζεται "παρουσια διθειδους
 νατριου"
 then "το κρασι" παρουσιάζει "Λευκανση"
 and report "το κρασι παρουσιάζει Λευκανση"

if "συγκέντρωση τρισθενούς σιδήρου σε mg ανα l" > 12
 and "το κρασι" έχει χρώμα "λευκο έως ροζε"
 and "ολική οξύτητα σε g ανα l τρυγικού οξέως" < 4.5
 and "στο κρασι" εμφανίζεται "θολωμα"
 and "το θολωμα" έχει μορφή "απλη"
 and "το θολωμα" έχει χρώμα "φαιο έως κυανολευκο"
 and "στο κρασι" εμφανίζεται "ιζημα"
 and "το ιζημα" έχει μορφή "οποιαδήποτε"

```

and "το ιζημα" εχει χρωμα "κυανομελαν"
and "αντιδραση στο φως" ειναι "διαυγαση θολωματος"
and "το ιζημα" αντιδρα "με HCL KSCN προς σχηματισμο ερυθρου ιζηματος"
then "το κρασι" παρουσιαζει "Λευκανση"
and report "το κρασι παρουσιαζει Λευκανση"

```

```

if "συγκεντρωση τρισθενους σιδηρου σε mg ανα l" > 12
and "το κρασι" εχει χρωμα "λευκο εως ροζε"
and "ολικη οξυτητα σε g ανα l τρυγικου οξεως" < 4.5
and "στο κρασι" εμφανιζεται "θολωμα"
and "το θολωμα" εχει μορφη "απλη"
and "το θολωμα" εχει χρωμα "φαιο εως κυανολευκο"
and "αντιδραση στο φως" ειναι "διαυγαση θολωματος"
and "το ιζημα" αντιδρα "με HCL KSCN προς σχηματισμο ερυθρου ιζηματος"
then "το κρασι" παρουσιαζει "Λευκανση"
and report "το κρασι παρουσιαζει Λευκανση"

```

```

if "συγκεντρωση μονοσθενους χαλκου σε mg ανα l" > 0.5
and "συγκεντρωση ολικου θειωδους ανυδριτη σε mg ανα l" > 210
and "το κρασι" εχει χρωμα "λευκο εως ροζε"
and "στο κρασι" εμφανιζεται "θολωμα"
and "το θολωμα" εχει μορφη "απλη"
and "το θολωμα" εχει χρωμα "λευκο εως κιτρινο"
and "αντιδραση στο φως" ειναι "δημιουργια θολωματος"
and "αντιδραση στον αερα" ειναι "διαυγαση θολωματος"
and "αντιδραση στο υπεροξειδιο του υδρογονου" ειναι "διαυγαση
θολωματος"
and "διαλυτοτητα ιζηματος/θολωματος" εμφανιζεται "σε αραιο HCL"
then "το κρασι" παρουσιαζει "θολωμα χαλκου"
and report "το κρασι παρουσιαζει θολωμα χαλκου"

```

```

if "συγκεντρωση μονοσθενους χαλκου σε mg ανα l" > 0.5
and "συγκεντρωση ολικου θειωδους ανυδριτη σε mg ανα l" > 210
and "το κρασι" εχει χρωμα "λευκο εως ροζε"
and "στο κρασι" εμφανιζεται "θολωμα"
and "το θολωμα" εχει μορφη "απλη"
and "το θολωμα" εχει χρωμα "καστανο"
and "στο κρασι" εμφανιζεται "ιζημα"
and "το ιζημα" εχει μορφη "οποιαδηποτε"
and "το ιζημα" εχει χρωμα "καστανο εως καστανοκοκκινο"
and "αντιδραση στο φως" ειναι "δημιουργια θολωματος"
and "αντιδραση στον αερα" ειναι "διαυγαση θολωματος"
and "αντιδραση στο υπεροξειδιο του υδρογονου" ειναι "διαυγαση
θολωματος"
and "το ιζημα" αντιδρα "με 2.2 δικινολολη ιζηματος διαλυμενου σε
αρ.HCL"
then "το κρασι" παρουσιαζει "θολωμα χαλκου"
and report "το κρασι παρουσιαζει θολωμα χαλκου"

```



```

if "συγκεντρωση μονοσθενους χαλκου σε mg ανα l" > 0.5
and "συγκεντρωση ολικου θειωδους ανυδριτη σε mg ανα l" > 210
and "το κρασι" εχει χρωμα "λευκο εως ροζε"
and "στο κρασι" εμφανιζεται "θολωμα"
and "το θολωμα" εχει μορφη "απλη"
and "το θολωμα" εχει χρωμα "καστανο"
and "στο κρασι" εμφανιζεται "ιζημα"
and "το ιζημα" εχει μορφη "οποιαδηποτε"
and "το ιζημα" εχει χρωμα "καστανο εως καστανοκοκκινο"
and "αντιδραση στο φως" ειναι "δημιουργια θολωματος"
and "αντιδραση στον αερα" ειναι "διαυγαση θολωματος"
and "αντιδραση στο υπεροξειδιο του υδρογονου" ειναι "διαυγαση
θολωματος"
and "διαλυτοτητα ιζηματος/θολωματος" εμφανιζεται "σε αραιο HCL"
then "το κρασι" παρουσιαζει "θολωμα χαλκου"
and report "το κρασι παρουσιαζει θολωμα Χαλκου"

```

```

if "συγκεντρωση τρισθενους σιδηρου σε mg ανα l" > 12
and "το κρασι" εχει χρωμα "ερυθρο"
and "ολικη οξυτητα σε g ανα l τρυγικου οξεως" < 4.5
and "στο κρασι" εμφανιζεται "θολωμα"
and "το θολωμα" εχει μορφη "απλη"
and "το θολωμα" εχει χρωμα "κυανομελαν"
and "διαλυτοτητα ιζηματος/θολωματος" εμφανιζεται "σε αραιο HCL"
then "το κρασι" παρουσιαζει "Κυανωση"
and report "το κρασι παρουσιαζει Κυανωση"

```

```

if "συγκεντρωση τρισθενους σιδηρου σε mg ανα l" > 12
and "το κρασι" εχει χρωμα "ερυθρο"
and "ολικη οξυτητα σε g ανα l τρυγικου οξεως" < 4.5
and "στο κρασι" εμφανιζεται "θολωμα"
and "το θολωμα" εχει μορφη "απλη"
and "το θολωμα" εχει χρωμα "κυανομελαν"
and "στο κρασι" εμφανιζεται "ιζημα"
and "το ιζημα" εχει μορφη "οποιαδηποτε"
and "το ιζημα" εχει χρωμα "κυανομελαν"
and "διαλυτοτητα ιζηματος/θολωματος" εμφανιζεται "σε αραιο HCL"
then "το κρασι" παρουσιαζει "Κυανωση"
and report "το κρασι παρουσιαζει Κυανωση"

```

```

if "συγκεντρωση τρισθενους σιδηρου σε mg ανα l" > 12
and "το κρασι" εχει χρωμα "ερυθρο"
and "ολικη οξυτητα σε g ανα l τρυγικου οξεως" < 4.5
and "στο κρασι" εμφανιζεται "θολωμα"
and "το θολωμα" εχει μορφη "απλη"
and "το θολωμα" εχει χρωμα "κυανομελαν"
and "στο κρασι" εμφανιζεται "ιζημα"
and "το ιζημα" εχει μορφη "οποιαδηποτε"

```

```

and "το ιζημα" εχει χρωμα "κυανομελαν"
and "διαλυτοτητα ιζηματος/θολωματος" εμφανιζεται "παρουσια διθειωδους
νατριου"
then "το κρασι:" παρουσιαζει "Κυανωση"
and report "το κρασι παρουσιαζει Κυανωση"

```

```

if "συγκεντρωση τρισθενους σιδηρου σε mg ανα l" > 12
and "το κρασι" εχει χρωμα "ερυθρο"
and "ολικη οξυτητα σε g ανα l τρυγικου οξεως" < 4.5
and "στο κρασι" εμφανιζεται "θολωμα"
and "το θολωμα" εχει μορφη "απλη"
and "το θολωμα" εχει χρωμα "κυανομελαν"
and "στο κρασι" εμφανιζεται "ιζημα"
and "το ιζημα" εχει μορφη "οποιαδηποτε"
and "το ιζημα" εχει χρωμα "κυανομελαν"
and "το ιζημα" αντιδρα "με HCL KSCN προς σχηματισμο ερυθρου ιζηματος"
then "το κρασι" παρουσιαζει "Κυανωση"
and report "το κρασι παρουσιαζει Κυανωση"

```

```

if "στο κρασι" εμφανιζεται "ιζημα"
and "το ιζημα" εχει χρωμα "οποιοδηποτε χρωμα"
and "το ιζημα" εχει μορφη "κρυσταλλικη"
and "το ιζημα" εχει γευση "οξινη"
and "διαλυτοτητα ιζηματος/θολωματος" δεν εμφανιζεται "σε νερο"
then "το κρασι" παρουσιαζει "Πτωση οξινου τρυγικου καλιου"
and report "το κρασι παρουσιαζει Πτωση οξινου τρυγικου Καλιου"

```

```

if "στο κρασι" εμφανιζεται "ιζημα"
and "το ιζημα" εχει χρωμα "οποιοδηποτε χρωμα"
and "το ιζημα" εχει μορφη "κρυσταλλικη"
and "το ιζημα" εχει γευση "οξινη"
and "διαλυτοτητα ιζηματος/θολωματος" δεν εμφανιζεται "αραιο HCl"
then "το κρασι" παρουσιαζει "Πτωση οξινου τρυγικου καλιου"
and report "το κρασι παρουσιαζει Πτωση οξινου τρυγικου Καλιου"

```

```

if "στο κρασι" εμφανιζεται "ιζημα"
and "το ιζημα" εχει χρωμα "οποιοδηποτε χρωμα"
and "το ιζημα" εχει μορφη "κρυσταλλικη"
and "το ιζημα" εχει γευση "ουδετερη"
and "διαλυτοτητα ιζηματος/θολωματος" δεν εμφανιζεται "σε νερο"
then "το κρασι" παρουσιαζει "Πτωση ουδετερου τρυγικου ασβεστιου"
and report "το κρασι: παρουσιαζει Πτωση ουδετερου τρυγικου Καλιου"

```

```

if "στο κρασι" εμφανιζεται "ιζημα"
and "το ιζημα" εχει χρωμα "οποιοδηποτε χρωμα"
and "το ιζημα" εχει μορφη "κρυσταλλικη"
and "το ιζημα" εχει γευση "ουδετερη"
and "διαλυτοτητα ιζηματος/θολωματος" εμφανιζεται "σε αραιο HCL"
then "το κρασι" παρουσιαζει "Πτωση ουδετερου τρυγικου ασβεστιου"

```

and report "το κρασι παρουσιάζει Πτώση οξίνου τρυγικού Καλίου"

```
if "στο κρασι" εμφανίζεται "ιζημα"
and "το ιζημα" έχει χρωμα "οποιοδηποτε χρωμα"
and "το ιζημα" έχει μορφη "κρυσταλλικη"
and "το ιζημα" έχει γευση "ουδετερη"
and "το ιζημα" αντιδρα "με οξαλικο αμμωνιο προς οξαλικο ασβεστιο"
then "το κρασι" παρουσιάζει "Πτώση ουδέτερου τρυγικού ασβεστιου"
and report "το κρασι παρουσιάζει Πτώση ουδέτερου τρυγικού Καλίου"
```

```
if "στο κρασι" εμφανίζεται "θολωμα"
and "το θολωμα" έχει μορφη "απλη"
and "το θολωμα" έχει χρωμα "οποιοδηποτε χρωμα"
and "το κρασι" έχει χρωμα "λευκο εως ροζε"
and "διαλυτοτητα ιζηματος/θολωματος" δεν εμφανίζεται "σε αραιο HCL"
then "το κρασι" παρουσιάζει "θολωμα πρωτεινων"
and report "το κρασι παρουσιάζει θολωμα πρωτεινών"
```

```
if "στο κρασι" εμφανίζεται "θολωμα"
and "το θολωμα" έχει μορφη "απλη"
and "το θολωμα" έχει χρωμα "οποιοδηποτε χρωμα"
and "το κρασι" έχει χρωμα "λευκο εως ροζε"
and "διαλυτοτητα ιζηματος/θολωματος" εμφανίζεται "σε θερμοκρασια 80 C"
then "το κρασι" παρουσιάζει "θολωμα πρωτεινων"
and report "το κρασι παρουσιάζει θολωμα πρωτεινών"
```

```
if "το κρασι" έχει χρωμα "ερυθρο"
and "στο κρασι" εμφανίζεται "ιζημα"
and "το ιζημα" έχει χρωμα "οποιοδηποτε χρωμα"
and "το ιζημα" έχει μορφη "χρωματιστων σφαιριδιων"
and "διαλυτοτητα ιζηματος/θολωματος" εμφανίζεται "σε θερμοκρασια 40 C"
then "το κρασι" παρουσιάζει "Πτώση χρωστικων"
and report "το κρασι παρουσιάζει Πτώση χρωστικών"
```

```
if "το κρασι" έχει χρωμα "ερυθρο"
and "στο κρασι" εμφανίζεται "ιζημα"
and "το ιζημα" έχει χρωμα "οποιοδηποτε χρωμα"
and "το ιζημα" έχει μορφη "χρωματιστων σφαιριδιων"
and "διαλυτοτητα ιζηματος/θολωματος" εμφανίζεται "σε οινοπνευμα 50
βαθμων"
then "το κρασι" παρουσιάζει "Πτώση χρωστικων"
and report "το κρασι παρουσιάζει Πτώση χρωστικών"
```

```
if "το κρασι" έχει χρωμα "ερυθρο"
and "στο κρασι" εμφανίζεται "ιζημα"
and "το ιζημα" έχει χρωμα "οποιοδηποτε χρωμα"
and "το ιζημα" έχει μορφη "πλακες χρωματιστες"
```

```

and "διαλυτοτητα ιζηματος/θολωματος" εμφανιζεται "σε θερμοκρασια 40 C"
then "το κρασι" παρουσιαζει "Πτωση χρωστικων"
and report "το κρασι παρουσιαζει Πτωση χρωστικων"

```

```

if "το κρασι" εχει χρωμα "ερυθρο"
and "στο κρασι" εμφανιζεται "ιζημα"
and "το ιζημα" εχει χρωμα "οποιοδηποτε χρωμα"
and "το ιζημα" εχει μορφη "πλακες χρωματιστες"
and "διαλυτοτητα ιζηματος/θολωματος" εμφανιζεται "σε οινοπνευμα 50
βαθμων"
then "το κρασι" παρουσιαζει "Πτωση χρωστικων"
and report "το κρασι παρουσιαζει Πτωση χρωστικων"

```

```

if "συγκεντρωση ελευθερου θειωδους ανυδριτη σε mg ανα l" < 8
and "το κρασι" εχει χρωμα "λευκο εως ροζε"
and "στο κρασι" εμφανιζεται "θολωμα"
and "το θολωμα" εχει μορφη "απλη"
and "το θολωμα" εχει χρωμα "λευκοφαιο"
and "το κρασι" εχει γευση "ψησιματος"
and "το κρασι" εχει οσμη "καταστροφη αρωματος"
and "προσθηκη θειωδους ανυδριτη 4 g ανα 100 l" επιφερεει "διαυγαση
θολωματος"
then "το κρασι" παρουσιαζει "Καστανο θολωμα"
and report "το κρασι παρουσιαζει Καστανο θολωμα"

```

```

if "συγκεντρωση ελευθερου θειωδους ανυδριτη σε mg ανα l" < 8
and "το κρασι" εχει χρωμα "ερυθρο"
and "στο κρασι" εμφανιζεται "θολωμα"
and "το θολωμα" εχει μορφη "απλη"
and "το θολωμα" εχει χρωμα "καστανο"
and "το κρασι" εχει γευση "ψησιματος"
and "το κρασι" εχει οσμη "καταστροφη αρωματος"
and "προσθηκη θειωδους ανυδριτη 4 g ανα l" επιφερεει "διαυγαση
θολωματος"
then "το κρασι" παρουσιαζει "Καστανο θολωμα"
and report "το κρασι παρουσιαζει Καστανο θολωμα"

```

```

if "στο κρασι" εμφανιζεται "επιδερμιδα"
and "επιδερμιδα" εχει εμφανιση "λευκη εως υποκιτρινη"
and "επιδερμιδα" εχει εμφανιση "ευθραυστη"
and "στο κρασι" εμφανιζεται "θολωμα"
and "το θολωμα" εχει μορφη "ελαφρα"
and "το θολωμα" εχει χρωμα "οποιοδηποτε χρωμα"
and "στο κρασι" εμφανιζεται "ιζημα"
and "το ιζημα" εχει χρωμα "οποιοδηποτε χρωμα"
and "το ιζημα" εχει μορφη "οποιαδηποτε"
and "το κρασι" εχει γευση "ακεταλδευδης"
and "το κρασι" εχει χρωμα "λευκο εως ροζε"
and "στο κρασι" εμφανιζονται "μικροοργανισμοι"

```

```

and "μικροοργανισμοι" ειναι ειδους "Candida mycoderma"
and "αποκτημενος αλκοολικος τιτλος σε βαθμους" < 10
and "ολικη οξυτητα σε g ανα l τρυγικου οξεως" < 4.5
then "το κρασι" παρουσιαζει "ανθηση"
and report "το κρασι παρουσιαζει Ανθηση"

```

```

if "στο κρασι" εμφανιζεται "επιδερμιδα"
and "επιδερμιδα" εχει εμφανιση "λευκη εως υποκιτρινη"
and "επιδερμιδα" εχει εμφανιση "ευθραυστη"
and "το κρασι" εχει γευση "ακεταλδευδης"
and "το κρασι" εχει χρωμα "λευκο εως ροζε"
and "στο κρασι" εμφανιζονται "μικροοργανισμοι"
and "μικροοργανισμοι" ειναι ειδους "Candida mycoderma"
and "αποκτημενος αλκοολικος τιτλος σε βαθμους" < 10
and "ολικη οξυτητα σε g ανα l τρυγικου οξεως" < 4.5
then "το κρασι" παρουσιαζει "ανθηση"
and report "το κρασι παρουσιαζει Ανθηση"

```

```

if "στο κρασι" εμφανιζεται "επιδερμιδα"
and "επιδερμιδα" εχει εμφανιση "λευκη εως υποκιτρινη"
and "επιδερμιδα" εχει εμφανιση "ευθραυστη"
and "στο κρασι" εμφανιζεται "θολωμα"
and "το θολωμα" εχει μορφη "ελαφρα"
and "το θολωμα" εχει χρωμα "οποιοδηποτε χρωμα"
and "στο κρασι" εμφανιζεται "ιζημα"
and "το ιζημα" εχει χρωμα "οποιοδηποτε χρωμα"
and "το ιζημα" εχει μορφη "οποιαδηποτε"
and "το κρασι" εχει γευση "ακεταλδευδης"
and "το κρασι" εχει χρωμα "ερυθρο"
and "στο κρασι" εμφανιζονται "μικροοργανισμοι"
and "μικροοργανισμοι" ειναι ειδους "Candida mycoderma"
and "αποκτημενος αλκοολικος τιτλος σε βαθμους" < 10
and "ολικη οξυτητα σε g ανα l τρυγικου οξεως" < 4.5
then "το κρασι" παρουσιαζει "ανθηση"
and report "το κρασι παρουσιαζει Ανθηση"

```

```

if "στο κρασι" εμφανιζεται "επιδερμιδα"
and "επιδερμιδα" εχει εμφανιση "λευκη εως υποκιτρινη"
and "επιδερμιδα" εχει εμφανιση "ευθραυστη"
and "το κρασι" εχει γευση "ακεταλδευδης"
and "το κρασι" εχει χρωμα "ερυθρο"
and "στο κρασι" εμφανιζονται "μικροοργανισμοι"
and "μικροοργανισμοι" ειναι ειδους "Candida mycoderma"
and "αποκτημενος αλκοολικος τιτλος σε βαθμους" < 10
and "ολικη οξυτητα σε g ανα l τρυγικου οξεως" < 4.5
then "το κρασι" παρουσιαζει "ανθηση"
and report "το κρασι παρουσιαζει Ανθηση"

```

```

if "στο κρασι" εμφανιζεται "επιδερμιδα"
and "επιδερμιδα" εχει εμφανιση "διαφανη"

```

```

and "επιδερμιδα" εχει εμφανιση "κολλωδη"
and "στο κρασι" εμφανιζεται "θολωμα"
and "το θολωμα" εχει μορφη "ομοιομορφη"
and "το θολωμα" εχει χρωμα "οποιοδηποτε χρωμα"
and "στο κρασι" εμφανιζεται "ιζημα"
and "το ιζημα" εχει χρωμα "οποιοδηποτε χρωμα"
and "το ιζημα" εχει μορφη "οποιαδηποτε"
and "το κρασι" εχει οσμη "ξυδιου"
and "το κρασι" εχει χρωμα "λευκο εως ροζε"
and "στο κρασι" εμφανιζονται "μικροοργανισμοι"
and "μικροοργανισμοι" ειναι ειδους "A.ascendens A.xylinum B.vini
acetati B.xylinoides"
and "αποκτημενος αλκοολικος τιτλος σε βαθμους" < 10
and "ολικη οξυτητα σε g ανα l τρυγικου οξεως" < 4.5
and "πηκτηκη οξυτητα σε meq ανα l οξικου οξεως" > 18
and "παρουσια οξικου αιθυλεστερα σε mg ανα l" > 100
then "το κρασι" παρουσιαζει "οξινηση"
and report "το κρασι παρουσιαζει ΟΞΙΝΙΣΗ"

```

```

if "στο κρασι" εμφανιζεται "επιδερμιδα"
and "επιδερμιδα" εχει εμφανιση "διαφανη"
and "επιδερμιδα" εχει εμφανιση "κολλωδη"
and "στο κρασι" εμφανιζεται "θολωμα"
and "το θολωμα" εχει μορφη "ομοιομορφη"
and "το θολωμα" εχει χρωμα "οποιοδηποτε χρωμα"
and "στο κρασι" εμφανιζεται "ιζημα"
and "το ιζημα" εχει χρωμα "οποιοδηποτε χρωμα"
and "το ιζημα" εχει μορφη "οποιαδηποτε"
and "το κρασι" εχει οσμη "ξυδιου"
and "το κρασι" εχει χρωμα "ερυθρο"
and "στο κρασι" εμφανιζονται "μικροοργανισμοι"
and "μικροοργανισμοι" ειναι ειδους "A.ascendens A.xylinum B.vini
acetati B.xylinoides"
and "αποκτημενος αλκοολικος τιτλος σε βαθμους" < 10
and "ολικη οξυτητα σε g ανα l τρυγικου οξεως" < 4.5
and "πηκτηκη οξυτητα σε meq ανα l οξικου οξεως" > 20
and "παρουσια οξικου αιθυλεστερα σε mg ανα l" > 100
then "το κρασι" παρουσιαζει "οξινηση"
and report "το κρασι παρουσιαζει ΟΞΙΝΙΣΗ"

```

```

if "στο κρασι" εμφανιζεται "θολωμα"
and "το θολωμα" εχει μορφη "κυματοειδη"
and "το θολωμα" εχει χρωμα "οποιοδηποτε χρωμα"
and "το κρασι" εχει γευση "ανοστη εως δυσαρεστη"
and "το κρασι" εχει οσμη "ξινη"
and "το κρασι" εχει χρωμα "λευκο εως ροζε"
and "στο κρασι" εμφανιζεται "εκλυση διοξειδιου του ανθρακα"
and "στο κρασι" εμφανιζονται "μικροοργανισμοι"
and "μικροοργανισμοι" ειναι ειδους "Bacterium tartarophthorum"
and "ολικη οξυτητα σε g ανα l τρυγικου οξεως" < 4.5
and "πηκτηκη οξυτητα σε meq ανα l οξικου οξεως" > 9
and "στο κρασι" εμφανιζεται "γαλακτικου οξεως"

```

```
then "το κρασι" παρουσιάζει "εκτροπή"
and report "το κρασι παρουσιάζει Εκτροπή"
```

```
if "στο κρασι" εμφανίζεται "θολωμα"
and "το θολωμα" έχει μορφή "κυματοειδη"
and "το θολωμα" έχει χρώμα "οποιοδηποτε χρωμα"
and "το κρασι" έχει γευση "ανοστη εως δυσαρεστη"
and "το κρασι" έχει οσμη "ξινή"
and "το κρασι" έχει χρώμα "ερυθρο"
and "στο κρασι" εμφανίζονται "μικροοργανισμοι"
and "στο κρασι" εμφανίζεται "εκλυση διοξειδιου του ανθρακα"
and "μικροοργανισμοι" είναι ειδους "Bacterium tartarophthorum"
and "ολικη οξυτητα σε g ανα l τρυγικου οξεως" < 4.5
and "πητικη οξυτητα σε meq ανα l οξικου οξεως" > 10
and "στο κρασι" εμφανίζεται "γαλακτικου οξεως"
then "το κρασι" παρουσιάζει "εκτροπή"
and report "το κρασι παρουσιάζει Εκτροπή"
```

```
if "στο κρασι" εμφανίζεται "θολωμα"
and "το θολωμα" έχει μορφή "απλη"
and "το θολωμα" έχει χρώμα "οποιοδηποτε χρωμα"
and "στο κρασι" εμφανίζεται "ιζημα"
and "το ιζημα" έχει χρώμα "οποιοδηποτε χρωμα"
and "το ιζημα" έχει μορφή "οποιαδηποτε"
and "το κρασι" έχει γευση "πικρη"
and "το κρασι" έχει χρώμα "ερυθρο"
and "στο κρασι" εμφανίζονται "μικροοργανισμοι"
and "στο κρασι" εμφανίζονται "μικροοργανισμοι"
and "μικροοργανισμοι" είναι ειδους "Bacterium tartarophthorum"
and "ολικη οξυτητα σε g ανα l τρυγικου οξεως" > 4.5
and "πητικη οξυτητα σε meq ανα l οξικου οξεως" > 10
and "η γλυκερινη" εμφανίζει "μειωση"
and "η ακρολεινη" εμφανίζει "αυξηση"
then "το κρασι" παρουσιάζει "πικρανση"
and report "το κρασι παρουσιάζει Πικρανση"
```

```
if "στο κρασι" εμφανίζεται "θολωμα"
and "το θολωμα" έχει μορφή "ομοιομορφη"
and "το θολωμα" έχει χρώμα "οποιοδηποτε χρωμα"
and "στο κρασι" εμφανίζεται "ιζημα"
and "το ιζημα" έχει χρώμα "οποιοδηποτε χρωμα"
and "το ιζημα" έχει μορφή "οποιαδηποτε"
and "το κρασι" έχει οσμη "αναλλοιωτη"
and "το κρασι" έχει χρώμα "λευκο εως ροζε"
and "στο κρασι" εμφανίζεται "εκλυση διοξειδιου του ανθρακα"
and "το κρασι" έχει υφη "ελαιωδη" or "παχυρευστη"
and "στο κρασι" εμφανίζονται "μικροοργανισμοι"
and "μικροοργανισμοι" είναι ειδους "Bacterium gracile"
and "ολικη οξυτητα σε g ανα l τρυγικου οξεως" > 4.5
and "πητικη οξυτητα σε meq ανα l οξικου οξεως" > 9
then "το κρασι" παρουσιάζει "παχυνση"
```

and report "το κρασι παρουσιάζει Παχυνση"

```

if "στο κρασι" εμφανιζεται "θολωμα"
and "το θολωμα" εχει μορφη "ομοιομορφη"
and "το θολωμα" εχει χρωμα "οποιοδηποτε χρωμα"
and "στο κρασι" εμφανιζεται "ιζημα"
and "το ιζημα" εχει χρωμα "οποιοδηποτε χρωμα"
and "το ιζημα" εχει μορφη "οποιαδηποτε"
and "το κρασι" εχει γευση "γλυκοξινη"
and "το κρασι" εχει χρωμα "λευκο εως ροζε"
and "στο κρασι" εμφανιζεται "εκλυση διοξειδιου του ανθρακα"
and "στο κρασι" εμφανιζονται "μικροοργανισμοι"
and "στο κρασι" εμφανιζονται "μικροοργανισμοι"
and "μικροοργανισμοι" ειναι ειδους "Bacterium mannitopoeum"
and "η γλυκερινη" εμφανιζει "αυξηση"
and "στο κρασι" εμφανιζεται "μαννιτη"
then "το κρασι" παρουσιάζει μαννιτικη ζυμωση
and report "το κρασι παρουσιάζει Μαννιτικη Ζυμωση"

```

```

if "στο κρασι" εμφανιζεται "θολωμα"
and "το θολωμα" εχει μορφη "ομοιομορφη"
and "το θολωμα" εχει χρωμα "οποιοδηποτε χρωμα"
and "στο κρασι" εμφανιζεται "ιζημα"
and "το ιζημα" εχει χρωμα "οποιοδηποτε χρωμα"
and "το ιζημα" εχει μορφη "οποιαδηποτε"
and "το κρασι" εχει γευση "γλυκοξινη"
and "το κρασι" εχει χρωμα "ερυθρο"
and "στο κρασι" εμφανιζονται "μικροοργανισμοι"
and "στο κρασι" εμφανιζεται "εκλυση διοξειδιου του ανθρακα"
and "μικροοργανισμοι" ειναι ειδους "Bacterium mannitopoeum"
and "η γλυκερινη" εμφανιζει "αυξηση"
and "στο κρασι" εμφανιζεται "μαννιτη"
then "το κρασι" παρουσιάζει μαννιτικη ζυμωση
and report "το κρασι παρουσιάζει Μαννιτικη Ζυμωση"

```

```

if "στο κρασι" εμφανιζεται "θολωμα"
and "το θολωμα" εχει μορφη "ομοιομορφη"
and "το θολωμα" εχει χρωμα "οποιοδηποτε χρωμα"
and "στο κρασι" εμφανιζεται "ιζημα"
and "το ιζημα" εχει χρωμα "οποιοδηποτε χρωμα"
and "το ιζημα" εχει μορφη "οποιαδηποτε"
and "το κρασι" εχει οσμη "ακεταμιδιου"
and "το κρασι" εχει χρωμα "λευκο εως ροζε"
and "στο κρασι" εμφανιζεται "εκλυση διοξειδιου του ανθρακα"
and "στο κρασι" εμφανιζονται "μικροοργανισμοι"
and "μικροοργανισμοι" ειναι ειδους "M.variocooccus M.malolacticus
B.gayoni B.intermedium"
and "ολικη οξυτητα σε g ανα l τρυγικου οξεως" > 4.5
and "πητικη οξυτητα σε meq ανα l οξικου οξεως" > 9
and "στο κρασι" εμφανιζεται "γαλακτικου οξεως"

```


then "το κρασι" παρουσιάζει "Γαλακτική ζύμωση"
 and report "το κρασι παρουσιάζει Γαλακτική Ζύμωση"

if "στο κρασι" εμφανίζεται "θολωμα"
 and "το θολωμα" έχει μορφή "ομοιομορφή"
 and "το θολωμα" έχει χρώμα "οποιοδήποτε χρώμα"
 and "στο κρασι" εμφανίζεται "ιζημα"
 and "το ιζημα" έχει χρώμα "οποιοδήποτε χρώμα"
 and "το ιζημα" έχει μορφή "οποιαδήποτε"
 and "το κρασι" έχει οσμή "ακεταμιδίου"
 and "το κρασι" έχει χρώμα "ερυθρο"
 and "στο κρασι" εμφανίζεται "εκλυση διοξειδίου του ανθρακα"
 and "στο κρασι" εμφανίζονται "μικροοργανισμοι"
 and "μικροοργανισμοι" είναι ειδους "M.variocooccus M.malolacticus
 B.gayoni B.intermedium"
 and "ολική οξύτητα σε g ανα l τρυγικού οξέως" > 4.5
 and "πηκτική οξύτητα σε meq ανα l οξικού οξέως" > 10
 and "στο κρασι" εμφανίζεται "γαλακτικού οξέως"
 then "το κρασι" παρουσιάζει "Γαλακτική ζύμωση"
 and report "το κρασι παρουσιάζει Γαλακτική Ζύμωση"

when "το κρασι" παρουσιάζει "αγνωστη ασθένεια ή αλλοίωση"
 then report "το κρασι παρουσιάζει αγνωστη ασθένεια ή αλλοίωση"

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ -3

ΒΑΣΗ ΓΝΩΣΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΔΑΝΕΙΩΝ ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΑΣ ΣΕ ΧΙ3+

```

default "Ο ενδιαφερομενος" κρινεται αρχικα "ακαταλληλος"
default "Ο φορεας" κρινεται "ανεπαρκης για ενταξη στο νομο 1892/90"

default "Η εκταση για κτιριακες εγκαταστασεις" κρινεται "ακαταλληλη"
default "Τα εργατικα δεν ειναι εξασφαλισμενα"

when "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" ειναι "Χοιροτροφια"
then cell1 is d54.d54
  and cell2 is w15.w15
  and cell3 is d57.d57
  and do program read wks using ( "c:\lotus\pig-NEW.wk1" , cell1 ) giving
  ( ded = )
  and do program read wks using ( "c:\lotus\pig-NEW.wk1" , cell2 ) giving
  ( ep = )
  and do program read wks using ( "c:\lotus\pig-NEW.wk1" , cell3 ) giving
  ( ap = )
  and do form τιμες απο lotus 123

if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" ειναι "Χοιροτροφια"
  and ded > 1
then "Ο ΔΕΔ" κρινεται "αποδεκτος"

if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" ειναι "Χοιροτροφια"
  and ded >= 0.85
  and ded < 1
then "Ο ΔΕΔ" κρινεται "σχεδον αποδεκτος"

if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" ειναι "Χοιροτροφια"
  and ded < 0.85
then "Ο ΔΕΔ" κρινεται "μη αποδεκτος"

if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" ειναι "Χοιροτροφια"
  and "Οι εμπραγματες διασφαλισεις" >= 1.2
then "Οι Εμπραγματες διασφαλισεις" κρινονται "ικανοποιητικες"

if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" ειναι "Χοιροτροφια"
  and "Οι εμπραγματες διασφαλισεις" < 1.2
then "Οι Εμπραγματες διασφαλισεις" κρινονται "μη ικανοποιητικες"

if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" ειναι "Χοιροτροφια"
  and "Η μορφη της μοναδας" ειναι "Οικογενειακου τυπου"
  and "Ο ενδιαφερομενος" εχει "ιδιοκτητη εκταση"
  and "Ο ενδιαφερομενος δεν εχει ακαλυπτες επιταγες"
then "Ο φορεας" κρινεται "καταλληλος για ενταξη στο νομο 1892/90"

if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" ειναι "Χοιροτροφια"
  and "Η μορφη της μοναδας" ειναι "Οικογενειακου τυπου"

```

```

and "Ο ενδιαφερομενος" δεν εχει "ιδιοκτητη εκταση"
then "Ο ενδιαφερομενος" κρινεται αρχικα "ακαταλληλος"

if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" ειναι "Χοιροτροφια"
and "Η μορφη της μοναδας" ειναι "Οικογενειακου τυπου"
and "Ο ενδιαφερομενος δεν εχει ακαλυπτες επιταγες"
then "Ο ενδιαφερομενος" κρινεται αρχικα "καταλληλος"

if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" ειναι "Χοιροτροφια"
and "Η μορφη της μοναδας" ειναι "Επιχειρηματικου τυπου"
and "Ο ενδιαφερομενος" εχει "εμπειρια και γνωσεις"
and "Ο ΔΕΔ" κρινεται "αποδεκτος"
then "Ο ενδιαφερομενος" κρινεται αρχικα "καταλληλος"

if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" ειναι "Χοιροτροφια"
and "Η μορφη της μοναδας" ειναι "Επιχειρηματικου τυπου"
and "Ο ενδιαφερομενος" εχει "εμπειρια και γνωσεις"
and "Ο ΔΕΔ" κρινεται "σχεδον αποδεκτος"
and "Οι Εμπραγματες διασφαλισεις" κρινονται "ικανοποιητικες"
then "Ο ενδιαφερομενος" κρινεται αρχικα "καταλληλος"

if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" ειναι "Χοιροτροφια"
and "Η μορφη της μοναδας" ειναι "Επιχειρηματικου τυπου"
and "Ο ενδιαφερομενος δεν εχει εμπειρια και γνωσεις"
then "Ο ενδιαφερομενος" κρινεται αρχικα "ακαταλληλος"

if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" ειναι "Χοιροτροφια"
and "Η μορφη της μοναδας" ειναι "Επιχειρηματικου τυπου"
and "Ο ενδιαφερομενος" εχει "εμπειρια και γνωσεις"
and "Ο ΔΕΔ" κρινεται "μη αποδεκτος"
then "Ο ενδιαφερομενος" κρινεται αρχικα "ακαταλληλος"

if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" ειναι "Χοιροτροφια"
and "Η μορφη της μοναδας" ειναι "Επιχειρηματικου τυπου"
and "Ο ενδιαφερομενος" εχει "εμπειρια και γνωσεις"
and "Οι Εμπραγματες διασφαλισεις" κρινονται "μη ικανοποιητικες"
then "Ο ενδιαφερομενος" κρινεται αρχικα "ακαταλληλος"

if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" ειναι "Χοιροτροφια"
and "Ο ενδιαφερομενος" κρινεται αρχικα "ακαταλληλος"
then "Ο φορεας" κρινεται "ανεπαρκης για ενταξη στο νομο 1892/90"

if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" ειναι "Χοιροτροφια"
and "Ο ενδιαφερομενος δεν εχει ληξιπροθεσμα δανεια"
and "Ο ενδιαφερομενος" κρινεται αρχικα "καταλληλος"
then "Ο φορεας" κρινεται "καταλληλος για ενταξη στο νομο 1892/90"

if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" ειναι "Χοιροτροφια"
and "Ο ενδιαφερομενος εχει ληξιπροθεσμα δανεια"
and "τα ληξιπροθεσμα" εξοφλουνται "πριν απο τη ληψη του νεου δανειου"
and "Ο ενδιαφερομενος" κρινεται αρχικα "καταλληλος"
then "Ο φορεας" κρινεται "καταλληλος για ενταξη στο νομο 1892/90"

if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" ειναι "Χοιροτροφια"

```

```
and "τα ληξιπροθεσμα" εξοφλουνται "μετα τη ληψη του νεου δανειου"
then "Ο φορεας" κρινεται "ανεπαρκης για ενταξη στο νομο 1892/90"
```

```
comment Πτηνοτροφια
```

```
when "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" ειναι "Πτηνοτροφια"
then cell1 is d57.d57
  and cell2 is w15.w15
  and cell3 is d60.d60
  and do program read wks using ( "c:\lotus\hens-NEW.wk1" , cell1 )
  giving ( ded = )
  and do program read wks using ( "c:\lotus\hens-NEW.wk1" , cell2 )
  giving ( ep = )
  and do program read wks using ( "c:\lotus\hens-NEW.wk1" , cell3 )
  giving ( ap = )
  and do form τιμες απο lotus 123
```

```
if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" ειναι "Πτηνοτροφια"
  and "Η εκταση των εγκαταστασεων ειναι ιδιοκτητη"
  and "Ο ενδιαφερομενος δεν εχει ακαλυπτες επιταγες"
  and ded >= 1
  and "Η διακινηση και διαθεση των προιοντων ειναι εξασφαλισμενη"
then "Ο ενδιαφερομενος" κρινεται αρχικα "καταλληλος"
```

```
if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" ειναι "Πτηνοτροφια"
  and "Ο ενδιαφερομενος δεν εχει ληξιπροθεσμα δανεια"
  and "Ο ενδιαφερομενος" κρινεται αρχικα "καταλληλος"
then "Ο φορεας" κρινεται "καταλληλος για ενταξη στο νομο 1892/90"
```

```
if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" ειναι "Πτηνοτροφια"
  and "Ο ενδιαφερομενος εχει ληξιπροθεσμα δανεια"
  and "τα ληξιπροθεσμα" εξοφλουνται "πριν απο τη ληψη του νεου δανειου"
  and "Ο ενδιαφερομενος" κρινεται αρχικα "καταλληλος"
then "Ο φορεας" κρινεται "καταλληλος για ενταξη στο νομο 1892/90"
```

```
if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" ειναι "Πτηνοτροφια"
  and "τα ληξιπροθεσμα" εξοφλουνται "μετα τη ληψη του νεου δανειου"
then "Ο φορεας" κρινεται "καταλληλος για ενταξη στο νομο 1892/90"
```

```
if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" ειναι "Πτηνοτροφια"
  and "Ο ενδιαφερομενος" κρινεται αρχικα "καταλληλος"
then "Ο φορεας" κρινεται "καταλληλος για ενταξη στο νομο 1892/90"
```

```
comment Βοοτροφια
```

```
default "Η εκταση για κτιριακες εγκαταστασεις" κρινεται "ακαταλληλη"
```

```
when "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" ειναι "Βοοτροφια"
then cell1 is d58.d58
  and cell2 is w15.w15
  and cell3 is d61.d61
  and do program read wks using ( "c:\lotus\cows-NEW.wk1" , cell1 )
  giving ( ded = )
```

```

and do program read wks using ( "c:\lotus\cows-NEW.wk1" , cell2 )
giving ( ep = )
and do program read wks using ( "c:\lotus\cows-NEW.wk1" , cell3 )
giving ( ap = )
and do form τιμες απο lotus 123

```

```

if "Η επιλογή κατηγορίας Κτηνοτροφίας" είναι "Βοοτροφία"
and "Η εκταση για εγκαταστάσεις" είναι "ιδιοκτητη"
and "Η εκταση για εγκαταστάσεις" είναι "επιπεδη"
and "Η εκταση για εγκαταστάσεις" είναι "υδροδοτουμενη" or "σε θεση να
υδροδοτηθει"
and "Η εκταση για εγκαταστάσεις" είναι "ηλεκτροδοτουμενη" or "σε θεση
να ηλεκτροδοτηθει με χαμηλο κοστος"
and "Η εκταση για εγκαταστάσεις" είναι "οχι βραχωδης"
then "Η εκταση για κτιριακες εγκαταστάσεις" κρινεται "καταλληλη"

```

```

if "Η επιλογή κατηγορίας Κτηνοτροφίας" είναι "Βοοτροφία"
and "αριθμος εργατων" >= "αριθμος ζων" / 25
then "Τα εργατικά είναι εξασφαλισμενα"

```

```

if "Η επιλογή κατηγορίας Κτηνοτροφίας" είναι "Βοοτροφία"
and "εχει εγκριθει αδεια εγκαταστασης της μοναδας"
and "Εγκεκριμενος αριθμος ζων για τη μοναδα" >= "αριθμος ζων"
and "Υπαρχει μελετη διαθεσης λυματων εγκεκριμενη απο την υγειονομικη
υπηρεσια"
then "εγκρινεται αρχικα"

```

```

if "Η επιλογή κατηγορίας Κτηνοτροφίας" είναι "Βοοτροφία"
and ded > 1
and "Η μορφη της μοναδας" είναι "Οικογενειακου τυπου"
and "εγκρινεται αρχικα"
and "Η Παραγωγικη κατευθυνση" είναι "Γαλακτοπαραγωγη"
and "Η εκταση για κτιριακες εγκαταστάσεις" κρινεται "καταλληλη"
and "Ο ενδιαφερομενος εχει πειρα και γνωσεις"
and "εξασφαλισμενη εκταση για καλλιεργεια" >= "αριθμος ζων" * 2
and "Η Διαθεση γαλακτος είναι εξασφαλισμενη"
then "Ο ενδιαφερομενος" κρινεται αρχικα "καταλληλος"

```

```

if "Η επιλογή κατηγορίας Κτηνοτροφίας" είναι "Βοοτροφία"
and ded > 1
and "Η μορφη της μοναδας" είναι "Οικογενειακου τυπου"
and "εγκρινεται αρχικα"
and "Η Παραγωγικη κατευθυνση" είναι "Γαλακτοπαραγωγη"
and "Η εκταση για κτιριακες εγκαταστάσεις" κρινεται "καταλληλη"
and "Ο ενδιαφερομενος δεν εχει πειρα και γνωσεις"
and "εξασφαλισμενη εκταση για καλλιεργεια" >= "αριθμος ζων" * 2
and "Ο ενδιαφερομενος κατεχει εκταση" >= "εξασφαλισμενη εκταση για
καλλιεργεια" / 2
and "Η Διαθεση γαλακτος είναι εξασφαλισμενη"
then "Ο ενδιαφερομενος" κρινεται αρχικα "καταλληλος"

```

```

if "Η επιλογή κατηγορίας Κτηνοτροφίας" είναι "Βοοτροφία"
and ded > 1
and "Η μορφη της μοναδας" είναι "Οικογενειακου τυπου"

```

```

and "εγκρίνεται αρχικά"
and "Η Παραγωγική κατεύθυνση" είναι "Κρεατοπαραγωγή"
and "Η έκταση για κτιριακές εγκαταστάσεις" κρίνεται "καταλληλή"
and "Ο ενδιαφερομένος έχει πείρα και γνώσεις"
and "εξασφαλισμένη έκταση για καλλιέργεια" >= "αριθμός ζων" * 0.5
then "Ο ενδιαφερομένος" κρίνεται αρχικά "καταλληλός"

```

```

if "Η επιλογή κατηγορίας Κτηνοτροφίας" είναι "Βοοτροφία"
and ded > 1
and "Η μορφή της μονάδας" είναι "Οικογενειακού τύπου"
and "εγκρίνεται αρχικά"
and "Η Παραγωγική κατεύθυνση" είναι "Κρεατοπαραγωγή"
and "Η έκταση για κτιριακές εγκαταστάσεις" κρίνεται "καταλληλή"
and "Ο ενδιαφερομένος δεν έχει πείρα και γνώσεις"
and "εξασφαλισμένη έκταση για καλλιέργεια" >= "αριθμός ζων" * 0.5
and "Ο ενδιαφερομένος κατέχει έκταση" >= "εξασφαλισμένη έκταση για
καλλιέργεια" / 2
and ded > 1
then "Ο ενδιαφερομένος" κρίνεται αρχικά "καταλληλός"

```

```

if "Η επιλογή κατηγορίας Κτηνοτροφίας" είναι "Βοοτροφία"
and "Η μορφή της μονάδας" είναι "Οικογενειακού τύπου"
and "εγκρίνεται αρχικά"
and "Η Παραγωγική κατεύθυνση" είναι "Παχυνση μοσχών"
and "Η έκταση για κτιριακές εγκαταστάσεις" κρίνεται "καταλληλή"
and "Ο ενδιαφερομένος έχει πείρα και γνώσεις"
and "εξασφαλισμένη έκταση για καλλιέργεια" >= "αριθμός ζων" * 0.5
then "Ο ενδιαφερομένος" κρίνεται αρχικά "καταλληλός"

```

```

if "Η επιλογή κατηγορίας Κτηνοτροφίας" είναι "Βοοτροφία"
and ded > 1
and "Η μορφή της μονάδας" είναι "Οικογενειακού τύπου"
and "εγκρίνεται αρχικά"
and "Η Παραγωγική κατεύθυνση" είναι "Παχυνση μοσχών"
and "Η έκταση για κτιριακές εγκαταστάσεις" κρίνεται "καταλληλή"
and "Ο ενδιαφερομένος δεν έχει εμπειρία και γνώσεις"
and "εξασφαλισμένη έκταση για καλλιέργεια" >= "αριθμός ζων" * 0.5
and "Ο ενδιαφερομένος κατέχει έκταση" >= "εξασφαλισμένη έκταση για
καλλιέργεια" / 2
then "Ο ενδιαφερομένος" κρίνεται αρχικά "καταλληλός"

```

```

if "Η επιλογή κατηγορίας Κτηνοτροφίας" είναι "Βοοτροφία"
and "Η μορφή της μονάδας" είναι "Οικογενειακού τύπου"
and "εγκρίνεται αρχικά"
and "Ο ενδιαφερομένος δεν έχει εμπειρία και γνώσεις"
and "Ο ενδιαφερομένος κατέχει έκταση" < "εξασφαλισμένη έκταση για
καλλιέργεια" / 2
then "Ο ενδιαφερομένος" κρίνεται αρχικά "ακαταλληλός"

```

```

if "Η επιλογή κατηγορίας Κτηνοτροφίας" είναι "Βοοτροφία"
and ded > 1
and "Η μορφή της μονάδας" είναι "Επιχειρηματικού τύπου"
and "εγκρίνεται αρχικά"
and "Η Παραγωγική κατεύθυνση" είναι "Γαλακτοπαραγωγή"

```

```

and "Η εκταση για κτιριακες εγκαταστασεις" κρινεται "καταλληλη"
and "Ο ενδιαφερομενος εχει πειρα και γνωσεις"
and "εξασφαλισμενη εκταση για καλλιεργεια" >= "αριθμος ζων" * 2
and "Η Διαθεση γαλακτος ειναι εξασφαλισμενη"
and "Τα εργατικα ειναι εξασφαλισμενα"
then "Ο ενδιαφερομενος" κρινεται αρχικα "καταλληλος"

if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" ειναι "Βοοτροφια"
and ded > 1
and "Η μορφη της μοναδας" ειναι "Επιχειρηματικου τυπου"
and "εγκρινεται αρχικα"
and "Η Παραγωγικη κατευθυνηση" ειναι "Κρεατοπαραγωγη"
and "Η εκταση για κτιριακες εγκαταστασεις" κρινεται "καταλληλη"
and "Ο ενδιαφερομενος εχει πειρα και γνωσεις"
and "εξασφαλισμενη εκταση για καλλιεργεια" >= "αριθμος ζων" * 0.5
and "Τα εργατικα ειναι εξασφαλισμενα"
then "Ο ενδιαφερομενος" κρινεται αρχικα "καταλληλος"

if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" ειναι "Βοοτροφια"
and ded > 1
and "Η μορφη της μοναδας" ειναι "Επιχειρηματικου τυπου"
and "εγκρινεται αρχικα"
and "Η Παραγωγικη κατευθυνηση" ειναι "Παχυνηση μοσχων"
and "Η εκταση για κτιριακες εγκαταστασεις" κρινεται "καταλληλη"
and "Ο ενδιαφερομενος εχει πειρα και γνωσεις"
and "εξασφαλισμενη εκταση για καλλιεργεια" >= "αριθμος ζων" * 0.5
and "Τα εργατικα ειναι εξασφαλισμενα"
then "Ο ενδιαφερομενος" κρινεται αρχικα "καταλληλος"

if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" ειναι "Βοοτροφια"
and "Η Παραγωγικη κατευθυνηση" ειναι "Γαλακτοπαραγωγη"
and "εξασφαλισμενη εκταση για καλλιεργεια" < "αριθμος ζων" * 2
then "Ο ενδιαφερομενος" κρινεται αρχικα "ακαταλληλος"

if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" ειναι "Βοοτροφια"
and "Η Παραγωγικη κατευθυνηση" ειναι "Κρεατοπαραγωγη"
and "εξασφαλισμενη εκταση για καλλιεργεια" < "αριθμος ζων" * 0.5
then "Ο ενδιαφερομενος" κρινεται αρχικα "ακαταλληλος"

if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" ειναι "Βοοτροφια"
and "Η Παραγωγικη κατευθυνηση" ειναι "Παχυνηση μοσχων"
and "εξασφαλισμενη εκταση για καλλιεργεια" < "αριθμος ζων" * 0.5
then "Ο ενδιαφερομενος" κρινεται αρχικα "ακαταλληλος"

if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" ειναι "Βοοτροφια"
and "Η παραγωγικη κατευθυνηση" ειναι "Γαλακτοπαραγωγη"
and "Η Διαθεση γαλακτος δεν ειναι εξασφαλισμενη"
then "Ο ενδιαφερομενος" κρινεται αρχικα "ακαταλληλος"

if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" ειναι "Βοοτροφια"
and "Η μορφη της μοναδας" ειναι "Επιχειρηματικου τυπου"
and "Τα εργατικα δεν ειναι εξασφαλισμενα"
then "Ο ενδιαφερομενος" κρινεται αρχικα "ακαταλληλος"

```

```

if "Η επιλογή κατηγορίας Κτηνοτροφίας" είναι "Βοοτροφία"
and ded <= 1
then "Ο ενδιαφερομενος" κρινεται αρχικα "ακαταλληλος"

if "Η επιλογή κατηγορίας Κτηνοτροφίας" είναι "Βοοτροφία"
and "Ο ενδιαφερομενος δεν έχει ληξιπροθεσμο δανεια"
and "Εμπραγματες διασφαλισεις" >= 1.5
and "Ο ενδιαφερομενος" κρινεται αρχικα "καταλληλος"
then "Ο φορεας" κρινεται "καταλληλος για ενταξη στο νομο 1892/90"

if "Η επιλογή κατηγορίας Κτηνοτροφίας" είναι "Βοοτροφία"
and "Ο ενδιαφερομενος δεν έχει ληξιπροθεσμο δανεια"
and "τα ληξιπροθεσμο" εξοφλουνται "πριν απο τη ληψη του νεου δανειου"
and "Εμπραγματες διασφαλισεις" >= 1.5
and "Ο ενδιαφερομενος" κρινεται αρχικα "καταλληλος"
then "Ο φορεας" κρινεται "καταλληλος για ενταξη στο νομο 1892/90"

if "Η επιλογή κατηγορίας Κτηνοτροφίας" είναι "Βοοτροφία"
and "Εμπραγματες διασφαλισεις" < 1.5
then "Ο φορεας" κρινεται "ανεπαρκης για ενταξη στο νομο 1892/90"

if "Η επιλογή κατηγορίας Κτηνοτροφίας" είναι "Βοοτροφία"
and "Ο ενδιαφερομενος δεν έχει ληξιπροθεσμο δανεια"
and "τα ληξιπροθεσμο" εξοφλουνται "μετα τη ληψη του νεου δανειου"
then "Ο φορεας" κρινεται "ανεπαρκης για ενταξη στο νομο 1892/90"

if "Η επιλογή κατηγορίας Κτηνοτροφίας" είναι "Βοοτροφία"
and "Ο ενδιαφερομενος" κρινεται αρχικα "ακαταλληλος"
then "Ο φορεας" κρινεται "ανεπαρκης για ενταξη στο νομο 1892/90"

comment Αιγοπροβατοτροφία

when "Η επιλογή κατηγορίας Κτηνοτροφίας" είναι "Αιγοπροβατοτροφία"
then cell1 is d58.d58
and cell2 is w15.w15
and cell3 is d61.d61
and do program read wks using ( "c:\lotus\prob-NEW.wk1" , cell1 )
giving ( ded = )
and do program read wks using ( "c:\lotus\prob-NEW.wk1" , cell2 )
giving ( ep = )
and do program read wks using ( "c:\lotus\prob-NEW.wk1" , cell3 )
giving ( ap = )
and do form τιμες απο lotus 123

default "Η εκταση για κτιριακες εγκαταστασεις" κρινεται "ακαταλληλη"

if "Η επιλογή κατηγορίας Κτηνοτροφίας" είναι "Αιγοπροβατοτροφία"
and "Η εκταση για εγκαταστασεις" είναι "ιδιοκτητη"
and "Η εκταση για εγκαταστασεις" είναι "επιπεδη"
and "Η εκταση για εγκαταστασεις" είναι "ηλεκτροδοτουμενη" or "σε θεση
να ηλεκτροδοτηθει με χαμηλο κοστος"
and "Η εκταση για εγκαταστασεις" είναι "υδροδοτουμενη" or "σε θεση να
υδροδοτηθει με χαμηλο κοστος"

```



```

and "Η εκταση για εγκαταστασεις" είναι "οχι βραχῶδης"
then "Η εκταση για κτιριακες εγκαταστασεις" κρινεται "καταλληλη"

if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" είναι "Αιγοπροβατοτροφια"
and "αριθμος εργατων" >= "αριθμος ζωνων" / 100
then "Τα εργατικα είναι εξασφαλισμενα"

if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" είναι "Αιγοπροβατοτροφια"
and "Η μορφη της μοναδας" είναι "Οικογενειακου τυπου"
and "Το συστημα εκτροφης" είναι "Σταυλισμενη εκτροφη"
and "Η εκταση για κτιριακες εγκαταστασεις" κρινεται "καταλληλη"
and "Ο ενδιαφερομενος εχει πειρα και γνωσεις"
and "εξασφαλισμενη εκταση για καλλιεργεια" >= "αριθμος ζωνων" / 6
and "Η Διαθεση γαλακτος είναι εξασφαλισμενη"
and ded > 1
then "Ο ενδιαφερομενος" κρινεται αρχικα "καταλληλος"

if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" είναι "Αιγοπροβατοτροφια"
and "Η μορφη της μοναδας" είναι "Οικογενειακου τυπου"
and "Το συστημα εκτροφης" είναι "Σταυλισμενη εκτροφη"
and "Η εκταση για κτιριακες εγκαταστασεις" κρινεται "καταλληλη"
and "Ο ενδιαφερομενος δεν εχει εμπειρια και γνωσεις"
and "εξασφαλισμενη εκταση για καλλιεργεια" >= "αριθμος ζωνων" / 6
and "Ο ενδιαφερομενος κατεχει εκταση" >= "εξασφαλισμενη εκταση για
καλλιεργεια" / 2
and "Η Διαθεση γαλακτος είναι εξασφαλισμενη"
and ded > 1
then "Ο ενδιαφερομενος" κρινεται αρχικα "καταλληλος"

if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" είναι "Αιγοπροβατοτροφια"
and "Η μορφη της μοναδας" είναι "Οικογενειακου τυπου"
and "Το συστημα εκτροφης" είναι "Ποιμενικη εκτροφη"
and "Η εκταση για κτιριακες εγκαταστασεις" κρινεται "καταλληλη"
and "εχουν εξασφαλισθει βοσκοτοπια"
and "Η Διαθεση γαλακτος είναι εξασφαλισμενη"
and ded > 1
then "Ο ενδιαφερομενος" κρινεται αρχικα "καταλληλος"

if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" είναι "Αιγοπροβατοτροφια"
and "Η μορφη της μοναδας" είναι "Οικογενειακου τυπου"
and "Το συστημα εκτροφης" είναι "Σταυλισμενη εκτροφη"
and "Ο ενδιαφερομενος δεν εχει εμπειρια και γνωσεις"
and "Ο ενδιαφερομενος κατεχει εκταση" < "εξασφαλισμενη εκταση για
καλλιεργεια" / 2
then "Ο ενδιαφερομενος" κρινεται αρχικα "ακαταλληλος"

if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" είναι "Αιγοπροβατοτροφια"
and "Η μορφη της μοναδας" είναι "Επιχειρηματικου τυπου"
and "Το συστημα εκτροφης" είναι "Σταυλισμενη εκτροφη"
and "Η εκταση για κτιριακες εγκαταστασεις" κρινεται "καταλληλη"
and "Ο ενδιαφερομενος εχει πειρα και γνωσεις"
and "Εξασφαλισμενη εκταση για καλλιεργεια" >= "αριθμος ζωνων" / 6
and "Η Διαθεση γαλακτος είναι εξασφαλισμενη"
and "Τα εργατικα είναι εξασφαλισμενα"

```

```

and ded > 1
then "Ο ενδιαφερομενος" κρινεται αρχικα "καταλληλος"

if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" ειναι "Αιγοπροβατοτροφια"
and "Η μορφη της μοναδας" ειναι "Επιχειρηματικου τυπου"
and "Το συστημα εκτροφης" ειναι "Ποιμενικη εκτροφη"
and "Η εκταση για κτιριακες εγκαταστασεις" κρινεται "καταλληλη"
and "Ο ενδιαφερομενος εχει πειρα και γνωσεις"
and "εχουν εξασφαλισθει βοσκοτοπια"
and "Τα εργατικα ειναι εξασφαλισμενα"
and "Η Διαθεση γαλακτος ειναι εξασφαλισμενη"
and ded > 1
then "Ο ενδιαφερομενος" κρινεται αρχικα "καταλληλος"

if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" ειναι "Αιγοπροβατοτροφια"
and "Η εκταση για κτιριακες εγκαταστασεις" κρινεται "ακαταλληλη"
then "Ο ενδιαφερομενος" κρινεται αρχικα "ακαταλληλος"

if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" ειναι "Αιγοπροβατοτροφια"
and "Η μορφη της μοναδας" ειναι "Επιχειρηματικου τυπου"
and "Ο ενδιαφερομενος δεν εχει εμπειρια και γνωσεις"
then "Ο ενδιαφερομενος" κρινεται αρχικα "ακαταλληλος"

if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" ειναι "Αιγοπροβατοτροφια"
and "Το συστημα εκτροφης" ειναι "Σταυλισμενη εκτροφη"
and "εξασφαλισμενη εκταση για καλλιεργεια" < "αριθμος ζωνων" / 6
then "Ο ενδιαφερομενος" κρινεται αρχικα "ακαταλληλος"

if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" ειναι "Αιγοπροβατοτροφια"
and "Το συστημα εκτροφης" ειναι "Ποιμενικη εκτροφη"
and "εχουν εξασφαλισθει βοσκοτοπια"
then "Ο ενδιαφερομενος" κρινεται αρχικα "καταλληλος"

if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" ειναι "Αιγοπροβατοτροφια"
and "Η Διαθεση γαλακτος δεν ειναι εξασφαλισμενη"
then "Ο ενδιαφερομενος" κρινεται αρχικα "καταλληλος"

if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" ειναι "Αιγοπροβατοτροφια"
and "Η μορφη της μοναδας" ειναι "Επιχειρηματικου τυπου"
and "Τα εργατικα ειναι δεν εξασφαλισμενα"
then "Ο ενδιαφερομενος" κρινεται αρχικα "καταλληλος"

if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" ειναι "Αιγοπροβατοτροφια"
and ded <= 1
then "Ο ενδιαφερομενος" κρινεται αρχικα "ακαταλληλος"

if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" ειναι "Αιγοπροβατοτροφια"
and "Ο ενδιαφερομενος δεν εχει ληξιπροθεσμα δανεια"
and "Εμπραγματες διασφαλισεις" >= 1.5
and "Ο ενδιαφερομενος" κρινεται αρχικα "καταλληλος"
then "Ο φορεας" κρινεται "καταλληλος για ενταξη στο νομο 1892/90"

if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" ειναι "Αιγοπροβατοτροφια"
and "Ο ενδιαφερομενος εχει ληξιπροθεσμα δανεια"

```

```

and "τα ληξιπροθεσµα" εξοφλουνται "πριν απο τη ληψη του νεου δανειου"
and "Εµπραγµατες διασφαλισεις" >= 1.5
and "Ο ενδιαφεροµενος" κρινεται αρχικα "καταλληλος"
then "Ο φορεας" κρινεται "καταλληλος για ενταξη στο νοµο 1892/90"

```

```

if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" ειναι "Αιγοπροβατοτροφια"
and "Εµπραγµατες διασφαλισεις" < 1.5
then "Ο φορεας" κρινεται "ανεπαρκης για ενταξη στο νοµο 1892/90"

```

```

if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" ειναι "Αιγοπροβατοτροφια"
and "Ο ενδιαφεροµενος εχει ληξιπροθεσµα δανεια"
and "τα ληξιπροθεσµα" εξοφλουνται "μετα τη ληψη του νεου δανειου"
then "Ο φορεας" κρινεται "ανεπαρκης για ενταξη στο νοµο 1892/90"

```

```

if "Η επιλογη κατηγοριας Κτηνοτροφιας" ειναι "Αιγοπροβατοτροφια"
and "Ο ενδιαφεροµενος" κρινεται αρχικα "ακαταλληλος"
then "Ο φορεας" κρινεται "ανεπαρκης για ενταξη στο νοµο 1892/90"

```

```

comment

```

```

when "Ο φορεας" κρινεται "καταλληλος για ενταξη στο νοµο 1892/90"
and ap >= ep
then do form ικανος

```

```

when "Ο φορεας" κρινεται "καταλληλος για ενταξη στο νοµο 1892/90"
and ap < ep
then do form ικανος με επιφυλαξη

```

```

when "Ο φορεας" κρινεται "ανεπαρκης για ενταξη στο νοµο 1892/90"
and ap >= ep
then do form μη ικανος

```

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ -4

ΒΑΣΗ ΓΝΩΣΗΣ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΜΟΝΟΚΟΤΗΛΗΔΟΝΩΝ ΣΕ ΧΙ3+

```

comment Βαση γνώσης για προσδιορισμό ανωτέρων φυτικών αθροισμάτων
default "η οικογενεια" είναι "απροσδιοριστη με τα στοιχεία αυτα"
default "το ανωτερο φυτικο αθροισμα" είναι "απροσδιοριστο με τα στοιχεία αυτα"

when query "η οικογενεια" είναι
then report from file archi.rpt
  and command reset data
  and check "το ανωτερο φυτικο αθροισμα"
  and check "η οικογενεια"

if "το φυτο" πολλαπλασιαζεται με "σπορια"
then "το ανωτερο φυτικο αθροισμα" είναι "Πτερυδοφυτα"

if "το φυτο" πολλαπλασιαζεται με "σπερματα"
  and "οι σπερματικες βλαστες" ευρισκονται "ελευθερες"
  and "οι σπερματικες βλαστες" ευρισκονται "εκτος των ωθηκων"
  and "οι σπερματικες βλαστες" σχηματιζονται "στην ανω επιφανεια των καρπικων λεπιων"
  and "τα ανθη" είναι "χωρις περιανθιο"
  and "τα ανθη" σχηματιζουν "ταξιανθιες κωνους"
  and "το φυτο" εχει μορφη "δενδρωδη" ορ "θαμνωδη"
  and "το φυτο" είναι "πλουσιο σε ρητινωδεις ουσιες"
  and "το φυλλο" εχει μορφη "βελονοειδη" ορ "λεπιοειδη"
then "το ανωτερο φυτικο αθροισμα" είναι "Γυμνοσπερμα"

if "το φυτο" πολλαπλασιαζεται με "σπερματα"
  and "το φυτο" εχει μορφη "δενδρωδη" ορ "θαμνωδη" ορ "πωδη"
  and "οι σπερματικες βλαστες" δεν ευρισκονται "ελευθερες"
  and "οι σπερματικες βλαστες" ευρισκονται "περικλειομενες εντος των ωθηκων"
  and "τα ανθη" είναι "με περιανθιο"
  and "τα ανθη" σχηματιζουν "ταξιανθιες κωνους"
  and "το φυλλο" εχει μορφη "χωρις παραφυλλα"
  and "η νευρωση του φυλλου" είναι "παραλληλος" ορ "τοξοειδης"
  and "το φυλλο" εχει μορφη λειοχειλα
  and "ο βλαστος" εχει μορφη "με κλειστες αγγειωδεις δεσμιδες"
  and "το φυλλο" εχει σχημα "στενο"
  and "το φυλλο" εχει μορφη "απλη"
  and "το εμβρυο" περιεχει "μια κοτυληδονα"
then "το ανωτερο φυτικο αθροισμα" είναι "Μονοκοτυληδονα"

if "το φυτο" πολλαπλασιαζεται με "σπερματα"
  and "το φυτο" εχει μορφη "δενδρωδη" ορ "θαμνωδη" ορ "πωδη"
  and "οι σπερματικες βλαστες" δεν ευρισκονται "ελευθερες"

```

```

and "οι σπερματικές βλαστες" ευρισκονται "περικλειομενες εντος των
ωοθηκων"
and "τα ανθη" ειναι "5μερη"
and "τα ανθη" ειναι "με περιανθιο"
and "τα ανθη" σχηματιζουν "ταξιανθιες κωνους"
and "το φυλλο" εχει μορφη "χωρις παραφυλλα"
and "η νευρωση του φυλλου" ειναι "πτεροειδης" or "παλαμοειδης"
and "το φυλλο" εχει μορφη λειοχειλα
and "ο βλαστος" εχει μορφη "με ανοικτες αγγειωδεις δεσμιδες"
and "το φυλλο" εχει σχημα "στενο"
and "το φυλλο" εχει μορφη "απλη"
and "ο βλαστος" περιεχει "αγγειωδεις δεσμιδες ανοικτες"
and "το εμβρυο" περιεχει "δυο κοτυληδονες"
then "το ανωτερο φυτικο αθροισμα" ειναι "Δικοτυληδονα"

```

```
comment =====
```

```
comment "Αγγειόσπερμα Μονοκοτυληδονα"
```

```
comment =====
```

```

if "το ανωτερο φυτικο αθροισμα" ειναι "Μονοκοτυληδονα"
and "το περιανθιο" ειναι "εμφανες"
and "το περιανθιο" εχει μεγεθος "μικρο"
and "η ωοθηκη" ειναι "επιφυης"
and "το περιανθιο" εχει μορφη "απλη" or "περιγωνια"
and "το περιανθιο" εχει σχημα "καλυκοειδεις"
and "η ταξιανθια" εχει μορφη "σφαιρική σταχυοειδη"
and "τα ανθη" εχουν μορφη "κατα σταχεις"
then "η οικογενεια" ειναι "Μονοκοτυληδονα - Potamogetonareae"

```

```

if "το ανωτερο φυτικο αθροισμα" ειναι "Μονοκοτυληδονα"
and "το περιανθιο" ειναι "εμφανες"
and "το περιανθιο" εχει μεγεθος "μικρο"
and "η ωοθηκη" ειναι "επιφυης"
and "το περιανθιο" εχει μορφη "απλη" or "περιγωνια"
and "το περιανθιο" εχει σχημα "καλυκοειδεις"
and "η ταξιανθια" εχει μορφη "σφαιρική σταχυοειδη"
and "τα ανθη" εχουν μορφη "σε σφαιρικές ταξιανθιες"
and "το γενοσ του ανθους" ειναι "ερμαφροδιτο"
and "αριθμος στημονων" >= 3
and "το περιανθιο" εχει μορφη "Ξηρομορφη"
and "αριθμος ωοθηκων" = 1
and "αριθμος στηλων ωοθηκων" = 1
and "αριθμος στιγματων ωοθηκων" = 3
and "οι σπερματικές βλαστες" εμφανιζονται "πολυαριθμες"
and "ελασμα του φυλλου" ειναι "ανεπτυγμενο"
then "η οικογενεια" ειναι "Μονοκοτυληδονα - Juncaceae"

```

```

if "το ανωτερο φυτικο αθροισμα" ειναι "Μονοκοτυληδονα"
and "το περιανθιο" ειναι "εμφανες"
and "το περιανθιο" εχει μεγεθος "μικρο"
and "η ωοθηκη" ειναι "επιφυης"
and "το περιανθιο" εχει μορφη "απλη" or "περιγωνια"

```

and "το περιανθιο" εχει σχημα "καλυκοειδες"
 and "η ταξιανθια" εχει μορφη "σφαιρική σταχυοειδη"
 and "τα ανθη" εχουν μορφη "σε σφαιρικές ταξιανθίες"
 and "το γενοσ του ανθους" ειναι "μονογενες"
 and "το περιανθιο" περιεχει "3 λεπια"
 then "η οικογενεια" ειναι "Μονοκοτυληδονα - Sparganiaceae"

if "το ανωτερο φυτικο αθροισμα" ειναι "Μονοκοτυληδονα"
 and "το περιανθιο" ειναι "ελλειπον"
 and "το περιανθιο" αντικαθισταται απο "λεπτα λεπια" or "τριχιδια"
 and "ο βλαστος" εμφανιζεται "κοιλος"
 and "ο βλαστος" εμφανιζεται "με συμπαγη γονατα"
 and "αριθμος σειρων φυλλων" = 2
 and "ο κολεος των φυλλων" ειναι "ανοικτος"
 and "αριθμος βρακτιων που περιβαλουν τα ανθη" = 2
 and "αριθμος γλωχινων που περιβαλουν το περιανθιο" = 2
 then "η οικογενεια" ειναι "Μονοκοτυληδονα -(Poaceae) Graminae "

if "το ανωτερο φυτικο αθροισμα" ειναι "Μονοκοτυληδονα"
 and "το περιανθιο" ειναι "ελλειπον"
 and "το περιανθιο" δεν αντικαθισταται απο "χυμωδη λεπια"
 and "ο βλαστος" εμφανιζεται "κοιλος"
 and "ο βλαστος" δεν εμφανιζεται "με συμπαγη γονατα"
 and "αριθμος σειρων φυλλων" = 3
 and "ο κολεος των φυλλων" ειναι κλειστος
 and "αριθμος βρακτιων που περιβαλουν τα ανθη" = 1
 and "το περιανθιο" εχει σχημα ασκοειδες
 then "η οικογενεια" ειναι "Μονοκοτυληδονα - Cyperaceae"

if "το ανωτερο φυτικο αθροισμα" ειναι "Μονοκοτυληδονα"
 and "το περιανθιο" ειναι "εμφανες"
 and "το περιανθιο" εχει μεγεθος "μικρο"
 and "το περιανθιο" εχει μορφη "απλη" or "περιγωνια"
 and "η ωοθηκη" ειναι "επιφυης"
 and "το περιανθιο" εχει σχημα "καλυκοειδες"
 and "η ταξιανθια" εχει μορφη "σπαδιξ"
 and "η ταξιανθια" περιβαλεται "απο σπαθοειδες βρακτιο"
 and "το γενοσ του ανθους" ειναι διγενες
 and "το ανθος" εμφανιζεται με πλευρικούς οξεισ σταχεισ
 and "τα φυλλα" εχουν μορφη τοξοειδη or καρδιοειδη
 then "η οικογενεια" ειναι "Μονοκοτυληδονα - Araceae"

if "το ανωτερο φυτικο αθροισμα" ειναι "Μονοκοτυληδονα"
 and "το περιανθιο" ειναι "εμφανες"
 and "το περιανθιο" εχει μεγεθος "μικρο"
 and "το περιανθιο" εχει μορφη "απλη" or "περιγωνια"
 and "η ωοθηκη" ειναι "επιφυης"
 and "το περιανθιο" εχει σχημα "καλυκοειδες"
 and "η ταξιανθια" εχει μορφη "σπαδιξ"
 and "η ταξιανθια" περιβαλεται "απο σπαθοειδες βρακτιο"
 and "το γενοσ του ανθους" ειναι "μονογενες"
 and "το ανθος" εμφανιζεται "με πυκνο κυλινδρικο σταχυ"
 and "τα θηλεα ανθη" εμφανιζονται "κατω απο τα αρρενα"
 then "η οικογενεια" ειναι "Μονοκοτυληδονα - Thyraceae"

```

if "το ανωτερο φυτικο αθροισμα" ειναι "Μονοκοτυληδονα"
and "το περιανθιο" ειναι "εμφανες"
and "το περιανθιο" εχει μεγεθος "μικρο"
and "το περιανθιο" εχει μορφη "απλη" or "περιγωνια"
and "η ωθηκη" ειναι "επιφυης"
and "το περιανθιο" εχει σχημα στεφανοειδες
and "ο καρπος" εχει μορφη "καψας" or ραγας
and "αριθμος στημονων" >= 4
and "αριθμος στημονων" <= 8
then "η οικογενεια" ειναι "Μονοκοτυληδονα - Liliaceae"

if "το ανωτερο φυτικο αθροισμα" ειναι "Μονοκοτυληδονα"
and "το περιανθιο" ειναι "εμφανες"
and "η ωθηκη" ειναι "επιφυης"
and "το περιανθιο" εχει μεγεθος "μικρο"
and "το περιανθιο" εμφανιζεται "διπλο"
and "αριθμος σεπαλων περιανθιου" = 3
and "αριθμος πεταλων περιανθιου" = 3
and "το περιανθιο" ειναι διαμορφωμενο σε καλυκα και στεφανη
and "τα καρποφυλλα" ειναι "πολυαριθμα"
then "η οικογενεια" ειναι "Μονοκοτυληδονα - Alismataceae"

if "το ανωτερο φυτικο αθροισμα" ειναι "Μονοκοτυληδονα"
and "το περιανθιο" ειναι "εμφανες"
and "το περιανθιο" εχει μεγεθος "μικρο"
and "το περιανθιο" εμφανιζεται "διπλο"
and "αριθμος σεπαλων περιανθιου" = 3
and "αριθμος πεταλων περιανθιου" = 3
and "το περιανθιο" δεν ειναι διαμορφωμενο σε καλυκα και στεφανη
and "τα καρποφυλλα" ειναι τρια εως εξι
then "η οικογενεια" ειναι "Μονοκοτυληδονα - Scheuchzeriaceae"

if "το ανωτερο φυτικο αθροισμα" ειναι "Μονοκοτυληδονα"
and "το περιανθιο" ειναι "εμφανες"
and "το περιανθιο" εχει μεγεθος "μικρο"
and "η ωθηκη" ειναι "υποφυης"
and "το ανθος" εχει μορφη "ακτινομορφη" or "σχεδον ακτινομορφη"
and "το ανθος" εχει μεγεθος "μικρο"
and "το γενοσ του ανθους" ειναι "μονογενες"
and "αριθμος στημονων" = 6
and "ο στυλος" εχει μορφη "3σχιδη"
and "ο βλαστος" εχει μορφη "αναριχωμενη"
then "η οικογενεια" ειναι "Μονοκοτυληδονα - Dioscoraceae"

if "το ανωτερο φυτικο αθροισμα" ειναι "Μονοκοτυληδονα"
and "το περιανθιο" ειναι "εμφανες"
and "το περιανθιο" εχει μεγεθος "μικρο"
and "η ωθηκη" ειναι "υποφυης"
and "το ανθος" εχει μορφη "ζυγομορφη"
and "αριθμος χειλων ανθους" = 2
and "αριθμος σεπαλων" = 6
and "αριθμος στημονων" = 1 or 2
and οι στημονες συμφυονται με το στυλο

```

then "η οικογενεια" ειναι "Μονοκοτυληδονα - Orchidaceae"

if "το ανωτερο φυτικο αθροισμα" ειναι "Μονοκοτυληδονα"
 and "το περιανθιο" ειναι "εμφανες"
 and "το περιανθιο" εχει μεγεθος "μικρο"
 and "η ωθηκη" ειναι "υποφυης"
 and "το ανθος" εχει μορφη "ακτινομορφη" or "σχεδον ακτινομορφη"
 and "το γενοσ του ανθους" ειναι "ερμαφροδιτο"
 and "ο καρπος" εχει μορφη "καψας"
 and "αριθμος των στημονων" = 3
 and "οι σακοι της γυρης" διαρρηγνυονται "προς τα εξω"
 then "η οικογενεια" ειναι "Μονοκοτυληδονα - Iridaceae"

if "το ανωτερο φυτικο αθροισμα" ειναι "Μονοκοτυληδονα"
 and "το περιανθιο" ειναι "εμφανες"
 and "το περιανθιο" εχει μεγεθος "μικρο"
 and "η ωθηκη" ειναι "υποφυης"
 and "το ανθος" εχει μορφη "ακτινομορφη" or "σχεδον ακτινομορφη"
 and "το γενοσ του ανθους" ειναι "ερμαφροδιτο"
 and "ο καρπος" εχει μορφη "καψας"
 and "αριθμος των στημονων" = 6
 and "οι σακοι της γυρης" διαρρηγνυονται "προς τα μεσα"
 and "το στιγμα του υπερου" ειναι "απλο" or "με τρια χειλη"
 then "η οικογενεια" ειναι "Μονοκοτυληδονα - Amaryllidaceae"

when "η οικογενεια" ειναι "απροσδιοριστη με τα στοιχεια αυτα"
 and "το ανωτερο φυτικο αθροισμα" ειναι "Πτερυδοφυτα"
 then do form "Πτερυδοφυτα"

when "η οικογενεια" ειναι "απροσδιοριστη με τα στοιχεια αυτα"
 and "το ανωτερο φυτικο αθροισμα" ειναι "Γυμνοσπερμα"
 then do form "Γυμνοσπερμα"

when "η οικογενεια" ειναι "απροσδιοριστη με τα στοιχεια αυτα"
 and "το ανωτερο φυτικο αθροισμα" ειναι "Μονοκοτυληδονα"
 then do form "Μονοκοτυληδονα"

when "η οικογενεια" ειναι "απροσδιοριστη με τα στοιχεια αυτα"
 and "το ανωτερο φυτικο αθροισμα" ειναι "Δικοτυληδονα"
 then do form "Δικοτυληδονα"

when "το ανωτερο φυτικο αθροισμα" ειναι "απροσδιοριστο με τα στοιχεια αυτα"
 then do form "Αγνωστο φυτικο αθροισμα"

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξένη

Agrios, N.G, (1978). Plant Pathology. Academic Press, Inc. New York, 1978.

Assimakopoulos, A., (1992). AGROTEL: The Greek Agricultural Videotex System. Proc. of the European Workshop on Integrated Systems in Agricultural Informatics. Bonn, February 13-14, 1992, pp 2-7.

Assimakopoulos, A., Lorentzos, N.A and Sideridis, A.B., (1992). The Greek Agricultural Videotex and the DISNET project. Πρακτικά Βουλγαρικού Εθνικού Συνεδρίου με διεθνή συμμετοχή 'TELECOM 92'. Βάρνα 28-30, Σεπτεμβρίου 1992.

Batchelor, W.D., McClendon, R.W. and Wetzstein, M.E., (1992). Knowledge engineering approaches in developing expert simulation systems. Computer and Electronics in Agriculture Vol. 7, No 2, pp 97-107.

Beynon-Davies, P., (1991). Expert Database Systems, A gentle Introduction. McGraw-Hill. London, 1991.

Boley, H., (1990). Expert System Shells: very-high level languages for Artificial Intelligence. Expert Systems vol 7, No 1, pp 2-8.

Buchanan, B.G. and Feigenbaum, E.A., (1978). DENDRAL and Meta-DENDRAL: Their applications Dimension. Artificial Intelligence, 11, pp 5-24.

Buchanan, B.G., Barstow, D., Bechtel, R., Bennet, J., Clancey, W., Kulikowski, C., Mitchell, T.M. and Waterman, D.A., (1983). Constructing an Expert System. In: Building Expert Systems. Hayes-Roth, F., Waterman, D.A. and Feigenbaum, E.A., (1978). DENDRAL and Meta-DENDRAL: Their applications Dimension. Artificial Intelligence, 11, pp 5-24. Lenat, D. (ed). Addison Wesley. Massachusetts, 1983.

Burns, N.A., Ashford, T.J., Iwaskiw, C.T., Starbird, R.P. and Flagg, R.L. (1986). The portable Inference engine: Fitting significant expertise into small systems. IBM System Journal, 25/2, pp 236-243.

Dickinson, C.H, LUCAS, J.A., (1977). Plant Pathology and Plant Pathogens. Blackwell Scientific Publications. Oxford, 1982.

FAO, (1986). "ARTEMIS, Africa Real Time Environmental Monitoring using Image Satellites", Memorandum IE-87-040 L, NLR, 1986.

Feigenbaum, E.A and Feldman, J., (1963). Computer and Thought, Mc Graw Hill. New York, 1963.

Feigenbaum, E.A., (1963). The Art of Artificial Intelligence: Themes and case studies of knowledge engineering. Proceeding of the 5th International Joint on Artificial Intelligence.

Forsyth, R., (1989). The expert systems phenomenon. Expert Systems: Principles and case studies (ed. Forsyth R). Chapman and Hall computing. New York, 1989.

Frahm, J., Volk, Th. and Streit U., (1991). Pro_Plant - A Knowledge Based Advisory System for cereal disease control. Proc. of the Workshop on Computer-based Plant Protection Advisory Systems. Copenhagen, 27-29 November, 1991, pp 101-109.

Fringuelli, B., Lamma E., Mello and P., Santocchia, G. (1992). Knowledge - Based Technology for Controlling Railway Stations. IEEE Expert, Intelligent Systems and their Applications, Vol.7 No 6, pp 45-52.

Goyal, S.K. and Worrest, R.W., (1988). Expert System Applications to Network Management. In: Expert System Applications to Telecommunications. Liebowitz J. (ed). Jonh Wiley & Sons. New York, 1988.

Hagamen, W.D., Gardy, M., (1986). The numeric representation of knowledge and logic - Two artificial inteligece applications in medical education. IBM Systems Journal, 25/2, pp 208-235.

Harsh, S.B., (1986). Microelectronics in Agriculture - Setting the stage-, In: Deutsche Landwirtschafts- Gesellschaft (ed). Microelectronics in Agriculture - Facts and Trends. Hanover, 1986.

Harsh, S.B.,-(1988). Artificial Intelligence- Methods, Tools, and Importance of Knowledge Acquisition. Proc. of International Congress for Computer Technology - Knowledge Based Systems in Agriculture. Frankfurt, June 19-22, 1988, pp 176-195.

Hau, B., (1991). Elements of Computer-Based Plant Protection Systems. Proc. of the Workshop on Computer-based Plant Protection Advisory Systems. Copenhagen, 27-29 November, 1991, pp 65-76.

Hayes-Roth, F., Waterman D.A. and Lenat D.B., (1983). Building Expert Systems, Addison- Wesley Pub. Co. Reading, MA, 1983.

Hielkema, J.U.,(1988). Overview of Enviromnetal Satelite Remote Sensing monitoring techniques and system to support global food security and desert locust surveillance. UN/ESA Training course, Nairobi, 1988.

Hodi E.D., Butler, C.W. and Richardson, G.L., (1986). Knowledge-based systems in the commercial environment. IBM Systems Journal, 25/2, pp 147-158.

Hoshi, T. and Kozai T., (1988). Diseases and Pest Diagnosis for Tomatoes. Proc. of International Congress for Computer Technology - Knowledge Based Systems in Agriculture. Frankfurt, June 19-22, 1988, pp 457-472.

Hougeland, J., (1989). Artificial Inteligence: The very Idea. MIT Press, 1989.

Huirne, B.M. Ruund and Dijkhuizen, Aalt A., (1992). Application of Decision Support Systems in Farm Management. Proceedings. of European Workshop on Integrated System in Agricultural Informatics. Bonn, February 13-14, 1992, pp 61-73.

INISIGHT2+, (1984). Reference manual, ver. 1.0. Level Research.

Jarke, M. and Vassiliou, J., (1984a). Coupling Expert Systems with Database Management Systems. In Artificial Intelligence Applications for bussiness. Reiteman W. (eds). Ablex Publishing. New York, 1984.

Jarke, M. and Vassiliou, J., (1984b). Database and Expert Systems: Opportunities and architectures for integration. In New Applications of Data Base Systems Intelligence. Gardarin, G. and Gellenbe E. (eds). Academic Press. London, 1984.

Kahney, H., Brayshaw, M., Chung, P., H., Eisenstadt, M., Filby, I., Fraser, J., and Stutt, A., (1989). Knowledge Engineering. The Open University, 1989.

Keravnou, E.T. and Johnson L., (1989). Towards a generalized model of diagnostic behaviour. Knowledge Based - Systems Vol 2, No 3, pp 165-177.

Keravnou, E.T. Dams F., Washbrook, J., Dawood, R.M., Hall C.M. and Shaw D., (1992). Background knowledge in diagnosis. Artificial Intelligence in Medicine 4, pp 253-279.

Knight, B., (1993). Information Loss in Temporal Knowledge Representations. The Computer Journal Vol.36 No 2, pp 127-136.

Knuth, D., (1973). The art of computer programming, Addison Wesley.

Lambert, J.R., (1992). Crop simulation and expert systems for decision support in cotton production. Proc. of Telematica e Informatica in Agricoltura nelle Regioni Meridionali della Communita Conference. Verona, 11-13 March, 1992.

Latin, R.X., Miles G.E. And Rettinger J.C., (1987) Expert Systems in Plant Pathology. Plant diseases Vol.71 No 10, pp 866-872.

Lorentzos, N.A and Johnson, R.G., (1988). Extending Relational Algebra to manipulate temporal data. Information Systems, Vol.13, No 3, pp 289-296.

Magnus, H.A, Kari Munthe, E. Sundheim and Agot Ligaarden, (1991). PC- Technology in Plant Protection warning Systems in Norway. Proc. of the Workshop on Computer-based Plant Protection Systems. Copenhagen, 27-29th November, 1991, pp 1-6.

McClure, J.E., (1991a). Bee Aware A Management Tool for the Diagnosis and Control of Honey Bee Disease and Pests. Penn State University. Pennsylvania, 1991.

McClure, J.E., (1991b). Plex. A Management Tool for Potato leafhoppers on alfalfa. Penn State University. Pennsylvania, 1991.

McClure, J.E., (1992). Penn State Apple Orchard Consultant. Penn State University. Pennsylvania, 1992.

Michalski, R.S., Davis, J.S., Bisth, V.S. and Sinclair, J.B., (1983) A Computer Based Advisory System for Diagnosing Soybean Diseases in Illinois, Plant diseases vol 67 459-463.

Michie, D., (1982). Game playing programs and the conceptual interface, ACM Sigart Newsletter, 80, pp 64-70.

MIKE, (1990). User manual. Open University Press. London 1990.

Mussi, S. and Morpurgo, R., (1990). Acquiring and representing strategic knowledge in the diagnosis domain. Expert Systems, Vol 7 No 3 pp 157-165.

Naylor, C. (1987). Build your own Expert System. Sigma Press. New York, 1987.

Neapolitan, R.E., (1990). Probabilistic Reasoning in Expert Systems- Theory and Algorithms. John Wiley & Sons, Inc. New York, 1990.

Newell, A. and Simon, H.A., (1972). Human problem solving. Englewood Cliffs, N.J. Prentice Hall, 1972.

Newell, A., Shaw, J.C. and Simon, H.A., (1960). Report on a general problem-solving program for a computer, proceedings of the International Conference on Information Processing, pp 256-264. Paris, 1960.

Oltjen, J.W., Selk, G.E., Burditt, L.G. and Plant R.E., (1990). Integrated Expert Systems for Culling Management of Beef Cows. Computer and Electronics in Agriculture Vol. 4 No 4, pp 333-341.

Poo Chiang-Choon Danny and Hongjun Lu, (1991). Multi Domain Expert Systems. Expert Systems Vol 8, No 2, pp 67-73.

Rasmussen, J., (1986). Information processing and human-machine interaction, an approach to cognitive engineering A.P. Sage Ed, North-Holland. New York, 1986.

Rich, E., (1983). Artificial Intelligence, McGraw-Hill. Auckland, 1984.

Schank, R.C. and Abelson, P.P., (1977). Scripts, plans, goals and understanding, Lawrence Erlbaum & Assoc. Hillsdale. NJ, 1977.

Schank, R.C., (1982). Dynamic memory. Cambridge University Press. Cambridge 1982.

Schank, R.C., (1987). What is AI Anyway ? The AI Magazine vol 8 No 4.

Shinghal, R., (1992). Formal Concepts in Artificial Intelligence, Chapman and Hall. London, 1992

Shortlife, E.H., (1976) Computer-Based Medical Consultations: MYCIN, Elsevier. New York, 1976.

Sideridis, A.B. (1988). Informatics and Municipalities: The Greek Approach. Information and Management, vol. 14, pp 183-188.

Sideridis, A.B., Eliopoulos, E.E, Yialouris, C.P. and Theophilidou, K., (1992a). Expert DataBase Systems in Agrochemical Analysis. Proc. of the Workshop in Agricultural data and Statistical methodologies. Brussels, October 6-7, 1992.

Sideridis, A.B., Stamelos, D., Yialouris, C.P. and Theophilidou, K., (1992b). Information Systems for the Greek Agricultural Co-operatives. Έγινε δεκτό για δημοσίευση στο European Journal of Information Systems. London: Macmillan Press.

Simon, H.A., (1983). Why should machines learn . Machine Learning, Michalski, R.S., Carbonell J.G. and Mitchell T.M. (Eds), Tioga Publishing Co. Palo Alto, CA, 1983.

Smith, J.M., (1984). Expert Database Systems: A Database Perspective. Proc. form the first International Wokshop (ed) L. Kerschberg. The Benjamin/Cummings Company, Inc. Menlo Park, California, 1986, pp 3-15.

Stylianoy, A.C., (1992). Criteria for Selecting Expert System Shells. Communications of the ACM, Vol 35, No 10, pp 31-48.

Symonds, A.J., (1986). Introduction to IBM s Knowledge system products. IBM Systems Journal, 25/2 pp 134-146.

Trembley, J.-P. and Sorenson, P.G., (1984). An Introduction to data structures with applications, Mc Graw Hill, 1984.

Turing, A., (1963). Computing Machinery and Intelligence in Computers and Thought. Feigenbaum E.A. and Fledman I. (Eds), Mc Graw Hill. New York, 1963.

Verrier, P. and Failla O. (1992). An expert system for the evaluation of the nutrient fertilisation requirements of fruit crops. Proc. of Telematica e Informatica in Agricoltura nelle Regioni Meridionali della Communita Conference. Verona, 11-13 March, 1992.

Walker, A., (1986). Knowledge systems: Principles and practice IBM J. Res. Develop. 30/1, 1986, pp 2-13.

Weiss, S.M. and Kulikowski C.A., (1984). A practical guide to building expert systems. Rowman and Allanheld Pub. Totowa, NJ, 1984.

Whitaker, A.D. and Thieme R.H., (1990). Integration of Knowledge Systems into Agricultural problem solving. Computer and Electronics in Agriculture Vol. 4 No 4, pp 271-273.

Winston, P., H., (1984). Artificial Intelligence. Addison Wesley. Massachussets, 1984.

Woods, W.A., (1983). What is important about knowledge representation, IEEE Computer, 16, 1983.

Χί3+, (1989). User manual. Expertech. 1989

Δουκίδης Γ. και Αγγελίδης Μ., (1992). Τεχνητή Νοημοσύνη και Εμπειρα Συστήματα, Ι. Σιδέρης. Αθηνά, 1992.

Ελληνική

Ζερλέντης, Κ., (1980). Συστηματική Βοτανική. Ανωτάτη Γεωπονική Σχολή. Αθηνά, 1980.

Κόλλια -Κουσουρή, Β. (1980). Σύστημα αυτομάτου ταξινομήσεως εδαφών και ανακτήσεως πληροφοριών από τράπεζα εδαφικών δεδομένων. Διδακτορική διατριβή. Ανωτάτη Γεωπονική Σχολή Αθηνών- Εργαστήριο Γεωργικής Χημείας. Αθηνά 1980.

Κόλλια -Κουσουρή, Β. (1988). Ενα Εμπειρο Σύστημα για την ταξινόμηση των Ελληνικών εδαφών και την αποτελεσματική διοίκηση της γης. Πρακτικά του 7ου Εθνικού Συνεδρίου Επιχειρησιακής Έρευνας και Ηλεκτρονικών Υπολογιστών. Αθηνά 22-23 Νοεμ. 1985, σελ. 433-442.

Κολλίας, Γ. και Λορέντζος, Ν., (1986). Εμπειρα Συστήματα και Βάσεις Δεδομένων: Σημερινή κατάσταση και προοπτικές. Πρακτικά Συνεδρίου Ελληνικής Εταιρείας Επιχειρησιακής Έρευνας. "Επιχειρησιακή Έρευνα και Ηλεκτρονικοί Υπολογιστές. Αθηνά 22-23 Νοεμβρίου 1986, σελ. 413-422.

Κοντός, Χ.Γ., (1980). Τεχνολογία Οίνων και λοιπών προϊόντων ζυμώσεως, μέρος Β .
Αθήνα 1980.

Μαυρίδου, Σ., (1992). Αυτοματοποίηση της Διαδικασίας Χορήγησης Δανείου στην
Κτηνοτροφία. Διπλωματική εργασία. Γ.Π.Α. Αθήνα, 1992.

Μπαλάς, Ν.Κ. (1984). Χρηματοδότηση επενδύσεων του αγροτικού τομέα. Αγροτική
Τράπεζα της Ελλάδος, Αθήνα, 1984.

Παναγιωτόπουλος, Θ., (1988). NTUA-Expert: Ενας Πυρήνας Εμπειρών Συστημάτων.
Πρακτικά 2^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Πληροφορικής 1988, σελ.406-417.

Παναγιωτόπουλος, Ι.-Χ. και Τσιρόπουλος Ι., (1988). Ελαχιστοποίηση απαιτήσεων μνήμης
σε μεγάλες Τράπεζες Γνώσης για μικροϋπολογιστές και τοπικά δίκτυα αυτών.
Πρακτικά 2^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Πληροφορικής 1988, σελ. 453-462.

Παναγόπουλος, Χ.Γ., (1989). Ασθένειες της τομάτας. Σημειώσεις από τις παραδόσεις
στο κατ' επιλογή μάθημα Φυτοπαθολογίας 9^{ου} εξαμήνου. Αθήνα, 1989.

Σιδερίδης, Α. Β., (1990). Εισαγωγή της Πληροφορικής στις Χοιροτροφικές
εκμεταλεύσεις. Μεταπτυχιακό Σεμινάριο ΑΓΡΟ-ΣΠΕΚ. Αθήνα 11-12 Ιουνίου, 1990.

Σιδερίδης, Α.Β., Θεοφιλίδου, Κ. και Γιαλούρης, Κ.Π., (1992). Ολοκληρωμένη
Πληροφοριακή Υποδομή Αγροτικών Συνεταιρισμών. Πρακτικά 2^{ου} Πανελληνίου
Συνεδρίου Αγροτικής Οικονομίας. Θεσσαλονίκη 11-12 Δεκεμβρίου, 1992.

Τζαφέστας, Σ., (1988). Εισαγωγή στην Τεχνητή Νοημοσύνη και τα Εμπειρα Συστήματα, τεύχος Α. Αθήνα, 1988.

Τσιλιγκιρίδης, Θ., Γιαλούρης Κ.Π. και Θεοφιλίδου Κ., (1992). Υποστήριξη Γεωργικών Συνεταιρισμών από Ολοκληρωμένες Υπηρεσίες Επικοινωνιών ευρείας ζώνης. Πρακτικά Διεθνούς Συνεδρίου με θέμα "Γεωργικοί Συνεταιρισμοί και φορείς Γεωργικής ανάπτυξης: Ολοκληρωμένη Πληροφοριακή Υποδομή". Αθήνα, 26-27 Νοεμβρίου 1992