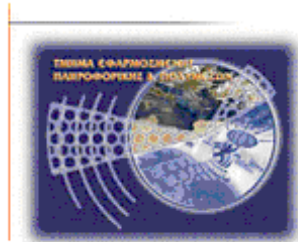




**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ**

**Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών
Τμήμα Εφαρμοσμένης Πληροφορικής & Πολυμέσων**



Πτυχιακή Εργασία με θέμα:

« Case Based Reasoning »

Μαράκη Νίκη Α.Μ. 1696

Υπεύθυνος Καθηγητής : Παπαδάκης Νικόλαος

Επιτροπή Αξιολόγησης:

ΗΡΑΚΛΕΙΟ, 2011

Πίνακας Περιεχομένων

Περιεχόμενα	4
Ευχαριστίες	6
Abstract of the final year project in English	7
Περίληψη Πτυχιακής Εργασίας	8
Πίνακας Εικόνων	9
Πίνακας Σχημάτων	9
1.Εισαγωγή	
1.1 Περίληψη.....	10
1.2 Κίνητρο για την Διεξαγωγή της Εργασία	10
1.3 Στόχοι της πτυχιακής εργασίας.....	10
1.4 Διάρθρωση της πτυχιακής εργασίας.....	10
2.Θεωρητικό Υπόβαθρο	
2.1 Εισαγωγή στην έννοια.....	12
2.2 Ιστορική Αναδρομή.....	13
2.3 Καταλληλότητα του CBR.....	15
2.3.1 Σε ποιες περιπτώσεις μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το CBR;.....	15
2.3.2 Γιατί να χρησιμοποιήσουμε το CBR για την επίλυση των προβλημάτων μας;.....	16
3.Τεχνικό Υπόβαθρο	
3.1 Τεχνικές του CBR	
3.1.1 Διαδικασία (Process).....	17
1.Αντιπροσώπευση.....	18
2.Ανάκτηση.....	18
3.Επαναχρησιμοποίηση.....	18
4.Αναθεώρηση.....	18
5.Διατήρηση.....	18

3.1.1.1 Ανάλυση της διεργασίας διάσπασης για το CBR σύμφωνα με το μοντέλο των Aadmont- Plaza.....	19
3.1.1.2 Η ιεράρχηση του διαδραστικού κύκλου του CBR κατά τους Aadmont & Plaza.....	20
3.2 Ευρετήριο (Indexing).....	22
3.3 Αποθήκευση (Storage).....	24
3.4 Το δυναμικό πρότυπο μνήμης (Dynamic Memory Model).....	24
3.5 Το πρότυπο κατηγορίας – υποδείγματος (The category – exemplar model).....	25
3.6 Ανάκτηση (Retrieval).....	26
3.6.1 Αλγόριθμοι αναζήτησης για την ανάκτηση περιπτώσεων.....	26
3.7 Αλγόριθμοι ανάκτησης περιπτώσεων.....	26
3.7.1 Κοντινότερος γείτονας (Nearest Neighbor).....	26
3.7.2 Επαγωγή (Induction).....	27
3.7.3 Καθοδηγημένη γνώση επαγωγής (Knowledge guided induction).....	27
3.7.4 Ανάκτηση προτύπων (Template retrieval).....	27
3.8 Προσαρμογή (Adaptation).....	28
Α. Δομική Προσαρμογή.....	28
Β. Παραγωγική Προσαρμογή.....	28
3.8.1 Τεχνικές Προσαρμογής.....	28
Α. Μηδενική Προσαρμογή.....	28
Β. Ρύθμιση Παραμέτρου.....	28
Γ. Αφαίρεση.....	28
Δ. Κριτικός – Βασισμένη Προσαρμογή.....	29

4. Συστήματα Case Based Reasoning και Εργαλεία Λογισμικού

4.1 Ευδιάκριτα συστήματα Case Based Reasoning.....	30
4.2 Εργαλεία Λογισμικού.....	30
4.2.1 ART*Enterprise.....	31
4.2.2 Case1.....	31
4.2.3 CasePoint.....	32
4.2.4 CasePower.....	33
4.2.5 CBR – Express.....	33
4.2.6 CBR2 (CBR – Express, CasePoint, Generator, Tester).....	36
4.2.7 Eclipse – The easy Reasoner.....	38

4.2.8 ESTEEM.....	38
4.2.9 KATE.....	39
4.2.10 ReCall.....	40
4.2.11 ReMind.....	41
4.2.12 S ₃ -Case.....	42
4.3 Αντικειμενοστραφή Πλαίσια του Case Based Reasoning.....	46
4.3.1 Εργαλεία CBR σε αντικειμενοστραφή πλαίσια.....	47
4.3.1.1 CBR*Tools.....	47
4.3.1.2 CAT-CBR.....	48
4.3.1.3 JColibri.....	50

5. Τομείς που εφαρμόζεται το CBR

5.1 Εφαρμογές όπου το CBR είναι απαραίτητο.....	51
1. Τηλεφωνικά Κέντρα/Γραφεία Βοήθειας.....	51
2. Προγραμματισμός, σχεδιασμός & συγκέντρωση.....	51
3. Διάγνωση.....	51
4. Νομικός Συλλογισμός.....	51
5.2 Το CBR και η τεχνητή νοημοσύνη: Πως συνδυάζονται και τι προβλήματα δημιουργούνται;.....	51
5.3 Το CBR και η συμβολή του στον τομέα της υγείας: τεχνικές και εφαρμογές που εφαρμόζονται σε διάφορους κλάδους της ιατρικής.....	54
5.3.1 Για ποιους λόγους χρησιμοποιείται το cbr στην ιατρική επιστήμη;.....	54
5.3.2 Πως πρωτοεμφανίστηκε το CBR στην ιατρική επιστήμη;.....	54
5.3.3 Λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε στην ιατρική.....	55
5.4 Το CBR και η μοριακή βιολογία.....	56
5.4.1 Η προσφορά του CBR.....	56
5.4.2 Κρυστάλλωση πρωτεΐνης.....	56
5.4.3 Ακολουθία ανάλυσης.....	58
5.4.4 Προσδιορισμός Δομής Πρωτεΐνης.....	60
5.5 Το CBR και η δικαιοσύνη.....	61
5.5.1 CABARET.....	61
5.5.2 GREBE.....	63
5.5.3 IKBALS.....	63
5.6 Το CBR και η εκπαίδευση.....	64

5.6.1 Ασύγχρονη εκπαίδευση εξ' αποστάσεως.....	64
5.6.2 SYIM.....	64
5.6.3 KITE.....	66

6.Σύγκριση με άλλες μεθόδους – Κριτική

6.1 Σύγκριση με άλλες μεθόδους.....	68
6.2 Κριτική.....	69

7.Παράρτημα

7.1.Λεξικό Βασικών Όρων.....	70
7.2.Βιβλιογραφία.....	73

Ευχαριστώ θερμά την οικογένεια μου που με στήριξε, όλα αυτά τα χρόνια που φοιτούσα στη σχολή μου, υλικά και ηθικά, και όλους τους φίλους μου που με υποστήριξαν και με υποστηρίζουν ακόμα. Ευχαριστώ θερμά και τον επιβλέποντα καθηγητή μου κύριο Παπαδάκη Νικόλαο για την προσοχή, για την βοήθεια αλλά και για την παραχώρηση του θέματος.

Abstract of the final year project in English

The purpose of this paper is to introduce the concept of Case Based Reasoning and further analysis. The thesis is divided into two parts: the theoretical and technical background.

The purpose of the theoretical background is the analysis of the concept, and the flashback of the past. How it developed, especially how it appeared originally on the need for further development of the concept.

On the technical side, analyzing the techniques of CBR, systems and software tools used to solve the problem. Review and conclusions will be refunded at the end so as to attribute a whole range of concept, problem and resolution.

Περίληψη της Πτυχιακής Εργασίας

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η εισαγωγή στην έννοια του Case Based Reasoning και την περαιτέρω ανάλυση της. Η πτυχιακή εργασία χωρίζεται σε δύο σκέλη: το θεωρητικό και το τεχνικό υπόβαθρο.

Σκοπός του θεωρητικού υπόβαθρου, είναι η ανάλυση της έννοιας, και η αναδρομή της στο παρελθόν. Πως αναπτύχθηκε, και κυρίως πώς εμφανίστηκε η ανάγκη αρχικά για την περαιτέρω εξέλιξη της έννοιας.

Στο τεχνικό σκέλος, αναλύονται οι τεχνικές του CBR, τα συστήματα και τα εργαλεία λογισμικού που χρησιμεύουν στην επίλυση του προβλήματος. Κριτική και συμπεράσματα θα αποδοθούν στο τέλος έτσι ώστε να αποδώσουμε συνολικά το φάσμα της έννοιας, του προβλήματος και της επίλυσης.

Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1: Πρόγραμμα CBR – Express σε αντιμετώπιση προβλήματος ελαττωματικού εκτυπωτή	σελ. 34
Εικόνα 2 : Αναθεώρηση CBR Εργαλείων	σελ. 42

Πίνακας Σχημάτων

Σχήμα 1 : Διαδραστικός Κύκλος CBR	σελ. 16
Σχήμα 2: Μέθοδος Διεργασίας Διάσπασης του CBR	σελ. 20
Σχήμα 3: Αλγόριθμος Κοντινότερου Γείτονα	σελ. 26
Σχήμα 4: Διάγραμμα κλάσεων CBR*Tools	σελ. 47
Σχήμα 5: Στάδια ανάπτυξης CBR συστημάτων	σελ. 48
Σχήμα 6: Ο σχεδιασμός του CBR για την κρυστάλλωση πρωτεΐνης	σελ. 57
Σχήμα 7: Η αρχιτεκτονική του CABARET	σελ. 61

Κεφάλαιο 1

1 Εισαγωγή

1.1 Περίληψη

Ο βασικός στόχος της παρούσας πτυχιακής εργασίας, είναι η εισαγωγή στην έννοια του Case Based Reasoning, τι είναι, ποια είναι η χρησιμότητα της και τέλος, η ανάλυση των τεχνικών χαρακτηριστικών της. Ποια είναι η χρήση της, ποιες εφαρμογές καλλιεργούν την ανάπτυξή της, ποια προβλήματα μπορεί να επιλύσει. Γιατί να επιλέξουμε την χρήση του CBR, αλλά και πως θα αποδείξουμε τελικά, ότι το CBR, σε μερικές περιπτώσεις, είναι η μόνη διέξοδος για την επίλυση μίας περίπτωσης.

1.2 Κίνητρο για την Διεξαγωγή της Εργασίας

Κίνητρο αυτής της πτυχιακής είναι η περαιτέρω προβολής της έννοιας έτσι ώστε να χρησιμοποιείται από μεγαλύτερο αριθμό έμπειρων και άπειρων χρηστών, καθώς είναι ακόμη μικρός, όπως θα αναφερθεί και παρακάτω. Στην καθημερινή μας ζωή, όλοι χρησιμοποιούμε το σκεπτικό βάσει περιπτώσεων, χωρίς όμως να το αντιλαμβανόμαστε. Αυτό είναι που ωθεί την πτυχιακή αυτή να ερευνήσει το CBR. Να βοηθήσει να μεθοδεύσουμε τον τρόπο σκέψης μας, σύμφωνα με τις τεχνικές της μεθόδου αλλά και να κατανοήσουμε τα συστήματα που είναι βασισμένα στο CBR.

1.3 Στόχοι της Πτυχιακής Εργασίας

Στόχος αυτής της πτυχιακής είναι, διαβάζοντας την, ο αναγνώστης να ενημερωθεί για ένα θέμα το οποίο αρχικά θα νόμιζε άγνωστο και δυσνόητο, όμως πλησιάζοντας προς το τέλος θα αντιληφθεί ότι είναι μέρος της καθημερινότητας του και του τρόπου σκέψης του χωρίς να το γνωρίζει. Με την παρουσίαση της έννοιας, την ανάλυση της, την ανάλυση των τεχνικών που χρησιμοποιεί και τους τρόπους τους οποίους λειτουργεί, καθώς και την διαπίστωση σε πόσους τομείς εφαρμόζεται σε καθημερινή βάση, θα αντιληφθεί ότι δεν θα μιλήσουμε για μια έννοια εξεζητημένη, αλλά για μια έννοια που κάνει την καθημερινότητα πιο εύκολη.

1.4 Διάρθρωση της πτυχιακής εργασίας

Για να διευκολύνουμε την παρακολούθηση του θέματος θα αναφέρουμε τα πιο βασικά στοιχεία του θέματος αυτού. Θα ξεκινήσουμε με μια εισαγωγή στην έννοια του CBR, τι είναι, μέσω της ανάλυση ορισμών αλλά και το ταξίδι του μέσα στο χρόνο από τότε που χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά. Στη συνέχεια, θα αναφερθούμε στην καταλληλότητα του, σε ποιες περιπτώσεις χρησιμοποιείται και γιατί να χρησιμοποιήσουμε το cbr για την επίλυση των προβλημάτων μας.

Συνεχίζοντας, θα αναλύσουμε τις τεχνικές που χρησιμοποιεί, δηλαδή την διαδικασία, το ευρετήριο, την αποθήκευση, το δυναμικό πρότυπο μνήμης, το πρότυπο κατηγορίας – υποδείγματος και την ανάκτηση. Προχωρώντας θα αναλύσουμε τις τεχνικές προσαρμογής, την μηδενική προσαρμογή, την ρύθμιση παραμέτρων, την αφαίρεση και τον επαναπροσδιορισμό και τέλος, την κριτικός-βασισμένη προσαρμογή.

Επιπρόσθετα, θα αναφέρουμε τα ευδιάκριτα συστήματα του Case Based Reasoning και θα αναλύσουμε και μερικά από τα εργαλεία του, το ART*Enterprise, το Case1, το CasePoint, το Case Power, το CBR – Express, το CBR2 (CBR Express, CasePoint, Generator & Tester), το Eclipse, το ESTEEM, το KATE, το ReCall, το ReMind, και το S₃-Case εργαλείο, ενώ από εργαλεία σε αντικειμενοστραφές περιβάλλον, θα αναλύσουμε το CBR*Tools, το CAT-CBR, και το JColibri.

Εκτός από τεχνικές, θα αναφερθούν εφαρμογές και τομείς που το CBR χρησιμοποιείται αλλά και τομείς που είναι απαραίτητο. Η τεχνητή νοημοσύνη, η ιατρική, η δικαιοσύνη και τα τηλεφωνικά κέντρα είναι μερική μόνο τέτοιοι τομείς.

Τελειώνοντας, θα συγκρίνουμε τη συλλογιστική βάσει περιπτώσεων με άλλες μεθόδους, και θα εκθέσουμε μια σύντομη κριτική.

Στο τελευταίο κεφάλαιο, βρίσκονται όλοι οι βασικοί όροι που αναφέρονται κατά την διάρκεια της πτυχιακής, για την διευκόλυνση της παρακολούθησης του θέματος, αριθμημένοι, για να ανατρέχει ο αναγνώστης όποτε το χρειάζεται. Τέλος αναφέρονται όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν για την σύνταξη αυτής της πτυχιακής εργασίας.

Κεφάλαιο 2

2 Θεωρητικό Υπόβαθρο

2.1 Εισαγωγή στην Έννοια: Τι είναι case based reasoning;

Η συλλογιστική βασισμένη στις περιπτώσεις (Case Based Reasoning ή συντομογραφικά CBR) είναι μια σχετικά πρόσφατη τεχνική επίλυσης προβλημάτων που προσελκύει την αυξανόμενη προσοχή. Εντούτοις, ο αριθμός ανθρώπων με την από πρώτο χέρι θεωρητική ή πρακτική εμπειρία CBR είναι ακόμα μικρός. Ο κύριος στόχος αυτής της εργασίας είναι να παρασχεθεί μια περιεκτική επισκόπηση του θέματος στους ανθρώπους που δεν έχουν ακόμα την πρόποσα τριβή με το CBR. Θα περιγράψουμε τις θεμελιώδεις τεχνικές του CBR και θα αντιπαραβληθεί η προσέγγισή του σε συστήματα βασισμένα σε μοντέλα συλλογισμού. Μια κρίσιμη αναθεώρηση των διαθέσιμων σήμερα εργαλείων λογισμικού CBR ακολουθείται από τις περιγραφές των εφαρμογών CBR και από ακαδημαϊκή έρευνα και από, λεπτομερέστερα, τρία συστήματα CBR που χρησιμοποιούνται προς το παρόν εμπορικά [1].

Περίπτωση με βάση το σκεπτικό (CBR) ,ερμηνεύεται ευρέως, ως η διαδικασία επίλυσης νέων προβλημάτων που εμπνέεται από τις λύσεις του παρελθόντος σε παρόμοια προβλήματα ή αλλιώς μια μεθοδολογία για να "μαθαίνουμε από την εμπειρία". Η γνώση σε ένα σύστημα CBR αποτελείται από τα παραδείγματα του παρελθόντος, ή περιπτώσεις, όπου αποθηκεύονται σε μια βάση δεδομένων, γνωστή ως case-base, ή με άλλο πρόσφορο τρόπο.

Για την εξαγωγή πληροφοριών, δημιουργείται ένα παράδειγμα στόχος, και η βάση δεδομένων αρχίζει να αναζητά το πιο κοντινό παράδειγμα για το στόχο. Ένας μηχανικός αυτοκινήτων που επιδιορθώνει ένα κινητήρα αυτοκινήτου, ο οποίος παρουσιάζει συμπτώματα όμοια με ένα άλλο αυτοκίνητο, είναι παρόμοια περίπτωση Case Based Reasoning. Ο δικηγόρος που υποστηρίζει ένα συγκεκριμένο αποτέλεσμα σε δίκη με βάση νομικά προηγούμενα ή ένα δικαστή, ο οποίος δημιουργεί νομολογία, χρησιμοποιεί το σκεπτικό με βάση την περίπτωση (CBR). Έτσι, επίσης, ένας μηχανικός όπου αντιγράφει την εργασία βάσει των στοιχείων της φύσης (εξάσκηση βιομίμηση), αντιμετωπίζει την φύση ως μια βάση δεδομένων με λύσεις σε προβλήματα. Για παράδειγμα, σκεφτείτε ένα τηλεφωνικό κέντρο που παρέχει τεχνική υποστήριξη υπολογιστών. Όταν ένας πελάτης καλέσει για ένα πρόβλημα με τον υπολογιστή, το γραφείο συμπληρώνει μια φόρμα στην οθόνη του υπολογιστή του που περιγράφει οποιαδήποτε πληροφορία είναι γνωστή. Το σκεπτικό με βάση την περίπτωση είναι ένα σημαντικό είδος αναλογίας αποφάσεων [2,3].

Έχει υποστηριχθεί ότι η συλλογιστική με βάση τις περιπτώσεις δεν είναι μόνο μια ισχυρή μέθοδος για τη συλλογιστική του υπολογιστή, αλλά και μια διάχυτη επίλυση προβλημάτων στην καθημερινή συμπεριφορά του ανθρώπου. Ή, πιο ριζικά, ότι όλη η συλλογιστική αυτή βασίζεται σε προηγούμενες περιπτώσεις, προσωπικών εμπειριών. Η άποψη αυτή συνδέεται με τη θεωρία που αφορά το πρωτότυπο, το οποίο έχει διερευνηθεί πιο βαθιά στη γνωσιακή επιστήμη. Το σύστημα CRM αναζητά την βάση δεδομένων που έχουν αποθηκευτεί προηγούμενα επιλυμένα προβλήματα για να βρει το πλησιέστερο στο υπάρχον πρόβλημα και προτείνει ερωτήματα προς τον καλούντα. Καθώς όλο και περισσότερες πληροφορίες συμπληρώνονται σε κάθε βήμα, η βάση δεδομένων κάνει επανειλημμένα αναζήτηση για το στενότερο και πιο κοντά στο πρόβλημα έως ότου βρεθεί λύση. Με τον τρόπο αυτό, εκμεταλλευόμαστε τη συσσωρευμένη εμπειρία του παρελθόντος, σε νέα προβλήματα που εμφανίζονται, τα οποία μπορούν να αντιμετωπιστούν, σχεδόν από τον κάθε ένα εμάς, με λίγες απαιτήσεις και πολύ μικρή εμπειρία [3].

Στην πραγματικότητα, η γενεσιουργός αρχή του CBR είναι η εξής: Συλλογιστική με βάση την μνήμη. Πριν όμως εμβαθύνουμε στην έννοια ας αναφέρουμε την ανακάλυψη και την χρήση της στα προηγούμενα έτη [2].

2.2 Ιστορική Αναδρομή

Η ιστορία του Case-Based Reasoning

Το έργο των Schank και Abelson το 1977 θεωρείται ευρέως η προέλευση του CBR. Πρότειναν ότι η γενική γνώση μας για τις καταστάσεις μπορεί να καταγράφεται μερισμένη σε αρχεία (scripts τα επονομαζόμενα) που θα μας επιτρέπουν να θέτουμε προσδοκίες οργάνωσης και να εκτελούνται συμπεράσματα. Τα scripts προτάθηκαν ως δομή για την εννοιολογική μνήμη που περιγράφει τις πληροφορίες για τα στερεότυπα γεγονότα όπως, να πηγαίνουμε σε ένα εστιατόριο ή η επίσκεψη σε έναν γιατρό. Εντούτοις, τα πειράματα βάσει των scripts έδειξαν ότι δεν ήταν μια πλήρης θεωρία της αντιπροσωπευτικής μνήμης - συγκεκριμένα γεγονότα ανθρώπων που είχαν συχνά παρόμοια scripts. Παραδείγματος χάριν, ένα πρόσωπο μπορεί να αναμίξει τις αναπαραστάσεις ανάμεσα σε μια επίσκεψη στο γραφείο ενός γιατρού και σε μια επίσκεψη στο γραφείο ενός οδοντιάτρου. Τέτοιες παρατηρήσεις ενέπνευσαν σύμφωνα με τις θεωρίες του σχηματισμού έννοιας, της επίλυσης προβλήματος και της εμπειρικής εκμάθησης στη φιλοσοφία και την ψυχολογία [4,5].

Ο Roger Schank συνέχισε να ερευνά το ρόλο που η μνήμη των προηγούμενων καταστάσεων (δηλ., περιπτώσεις) και τα σχέδια κατάστασης ή πακέτα οργάνωσης μνήμης (MOPs) διαδραματίζει και στην επίλυση προβλήματος αλλά και στην εκμάθηση. Την ίδια περίπου περίοδο, ο Gentner ανέπτυξε ένα θεωρητικό πλαίσιο για την αναλογία που έχει επίσης σχέση με το CBR. Ίσως με το όφελος της μετέπειτα γνώσης είναι επίσης δυνατό να βρεθούν οι αναφορές μεγάλης σημασίας του CBR στην παρατήρηση του Wittgenstein ότι οι φυσικές έννοιες όπως οι πίνακες και οι καρτέλες είναι στην πραγματικότητα πολυμορφικά και δεν μπορούν να ταξινομηθούν από ένα ενιαίο σύνολο απαραίτητων και ικανοποιητικών χαρακτηριστικών γνωρισμάτων αλλά αντ' αυτού μπορούν να καθοριστούν από ένα σύνολο περιπτώσεων (δηλ., περιπτώσεις) με τις οικογενειακές ομοιότητες. Αυτή η εργασία έχει αναφερθεί από τους Aamodt και Plaza ως φιλοσοφική βάση για το CBR [6,7,8].

Ενώ οι φιλοσοφικές ρίζες του CBR μπόρεσαν ίσως να απαιτηθούν από πολλούς, αυτό όμως που δεν χωρά αμφιβολία είναι η εργασία της ομάδας του Roger Schank στο πανεπιστήμιο Γέιλ στις αρχές της δεκαετίας του '80 που παρήγαγε και ένα γνωστικό πρότυπο για το CBR καθώς και τις πρώτες εφαρμογές CBR που βασίστηκαν σε αυτό το πρότυπο. Η Janet Kolodner ανέπτυξε το πρώτο σύστημα CBR αποκαλούμενο CYRUS [9,10]. Το σύστημα CYRUS περιείχε τη γνώση, ως περιπτώσεις, των ταξιδιών και των συνεδριάσεων πρώην γραμματέων των Ηνωμένων Πολιτειών Cyrus Vance. Το CYRUS ήταν μια εφαρμογή του δυναμικού προτύπου μνήμης Schank. Το πρότυπο περιπτώσεων βάσει μνήμης (case memory) που χρησιμεύει αργότερα ως η βάση για διάφορα άλλα συστήματα CBR συμπεριλαμβανομένου του MEDIATOR [11], του CHEF [12], του PERSUADER [13], του CASEY [14] και της JULIA [15], τα οποία θα αναφερθούν παρακάτω.

Το σύστημα MEDIATOR ασχολείται στον τομέα επίλυσης διαφορών. Δεδομένου την σύγκρουση στόχων μεταξύ διάφορων μερών, προτείνει πιθανές συμβιβαστικές λύσεις. Αν μια πρόταση δεν ικανοποιεί όλα τα εμπλεκόμενα μέρη, τότε το MEDIATOR, δημιουργεί μια νέα πρόταση. Εν συνεχεία, αποθηκεύει μια εγγραφή με την αποτυχημένη λύση, προς αποφυγήν και πρόβλεψη τέτοιων όμοιων καταστάσεων στο μέλλον [53].

Το σύστημα CHEF, αναπτύχθηκε για τον τομέα του μαγειρέματος. Παράγει νέες συνταγές (κυρίως για την κινέζικη κουζίνα και συνταγές για σουφλέ) με προσαρμογή όμως των παλιών συνταγών. Αφορά τον τομέα σχεδιασμού, όπου ένα αντικείμενο, είναι κατασκευασμένο για να ικανοποιεί διάφορους στόχους ταυτόχρονα. Άλλα παραδείγματα στον σχεδιαστικό τομέα, είναι η αρχιτεκτονική, ο προγραμματισμός και το σχέδιο.

Ξεκινάει με μια case base της τάξης των (20) είκοσι εργασιμών συνταγών. Τα εισερχόμενα δεδομένα του προγράμματος είναι μια λίστα από στόχους, όπως 'να δοθεί ένα ζεστό καλοτηγανισμένο ψάρι, με κοτόπουλο και μπρόκολο'. Τα εξωτερικά δεδομένα είναι η συνταγή. Εν συνεχεία, ο χρήστης του προγράμματος αξιολογεί τα αποτελέσματα. Εάν παρουσιαστεί πρόβλημα, τότε ο χρήστης υποβάλλει μια ανεπιτυχής έκθεση. Το CHEF διορθώνει την συνταγή, και επίσης, τροποποιεί την βιβλιοθήκη των περιπτώσεων για να αποφύγει το ίδιο είδος λάθους σε παρόμοιες καταστάσεις στο μέλλον [53].

Το πρόγραμμα PERSUADER, όπως και το MEDIATOR, προτείνει λύσεις για περιπτώσεις διενέξεων. Όπως το HYPO, υποστηρίζει τις επιλογές του. Ο τομέας που αναπτύσσεται το PERSUADER, είναι ότι αφορά τις διαπραγματεύσεις εργασίας. Δημιουργείται για τις συμβάσεις εργασίας. Τα εισερχόμενα δεδομένα είναι μια περιγραφή της διαφοράς μεταξύ των κοινωνικών εταίρων για κάποια πακέτα οφειλών.

Το PERSUADER, δημιουργεί ένα συμβιβαστικό πακέτο με βάση τους στόχους των φορέων και τα πρότυπα της βιομηχανίας. Αυτό επιτυγχάνεται με την προσαρμογή των συμβάσεων που ήδη έχουν οι εταιρείες. Τέλος, το PERSUADER συντηρεί ένα αντίγραφο ασφαλείας για το σχεδιασμό, ικανό να παράγει νέες συμβάσεις όταν δεν υπάρχουν ή δεν μπορούν να προσαρμοστούν [90].

Το CASEY κάνει διαγνώσεις σε καρδιακές δυσλειτουργίες. Παίρνει μια περιγραφή των συμπτωμάτων του ασθενή, και παράγει ένα πλάνο με τις πιθανές εσωτερικές καταστάσεις, οι οποίες θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε αυτά τα συμπτώματα. Το σύστημα, βρίσκεται στην κορυφή ενός διαγνωστικού συστήματος που βασίζεται στο σχεδιασμό, που είναι και η πηγή της αρχικής βιβλιοθήκης των περιπτώσεων. Όταν εισαχθούν νέες περιπτώσεις, το CASEY αναζητά για παρόμοιες περιπτώσεις ασθενών, αλλά όχι κατ' ανάγκη όμοια συμπτώματα. Εάν βρει μία περίπτωση που ταιριάζει, το σύστημα προσπαθεί να προσαρμόσει την ανακτημένη διάγνωση, λαμβάνοντας υπόψη τις διαφορές στα συμπτώματα μεταξύ των παλαιών και των νέων περιπτώσεων [53,90].

Το JULIA, είναι ένας διαδραστικός σύμβουλος όπου σχεδιάζει το μενού και την παρουσίαση ενός γεύματος προς ικανοποίηση πολλών γευματιζόντων. Για να γίνει αυτό, το JULIA επιδιώκει να σχεδιάζει στόχους για να τελειοποιηθεί και να μπορεί να επιλέγει μεταξύ εναλλακτικών σχεδιασμών, τους λόγους για τους περιορισμούς σχετικά με τα προβλήματα, και να εκμεταλλεύεται μια μεγάλη μνήμη των περιπτώσεων που αντιπροσωπεύουν τα προηγούμενα γεύματα [15].

Μια εναλλακτική προσέγγιση προήλθε από την εργασία του Bruce Porter's, στο Πανεπιστήμιο του Τέξας στο Ώστιν, στην ευρετική ταξινόμηση και τη μηχανή μαθαίνοντας με συνέπεια το σύστημα PROTOS [16,17]. Το PROTOS ενοποίησε τη γενική γνώση περιοχών και τη συγκεκριμένη γνώση περίπτωσης σε ένα ενιαίο πρότυπο περίπτωσης μνήμης. Αυτή η εργασία λήφθηκε περαιτέρω από το GREBE, ένα σύστημα που λειτουργεί σε ένα νομικό πλαίσιο [18].

Δεν προκαλεί ίσως καμία έκπληξη ότι αφού η πρακτική του νόμου είναι κατά ένα μεγάλο μέρος βασισμένη στην προτεραιότητα και την έννοια των περιπτώσεων, ότι έχει υπάρξει κάποιο ενδιαφέρον από αυτόν τον τομέα για το CBR. Ειδικότερα, η ομάδα της Edwina Rissland στο πανεπιστήμιο της Μασαχουσέτης στο Amherst που ανέπτυξε το HYPO [19]. Το σύστημα HYPO, χρησιμοποιεί το λογικό CBR, στον τομέα του της δικαιοσύνης. Οι υποθέσεις, αντιπροσωπεύουν τα νομικά προηγούμενα τα οποία χρησιμοποιούνται για να ερμηνεύσουν μια κατάσταση δικαστηρίων και για να αναπαραγάγουν τα επιχειρήματα και για

την υπεράσπιση και για τους κατηγορούς. Δίνοντας την περιγραφή μιας περίπτωσης όπου ισχυρίζεται κάποια μορφή παραβίασης δικαιώματος, το HYPO, χρησιμοποιεί ως βάση μια προγενέστερη περίπτωση έτσι ώστε να δημιουργήσει πειστικά επιχειρήματα για την άμυνα ή την δίωξη. Για παράδειγμα, δίνεται μια περιγραφή περίπτωσης όπου υπάρχει μια διαρροή σημαντικών πληροφοριών σε κάποιον ανταγωνιστή και ο στόχος είναι η γραμμή της υπεράσπισης. Το σύστημα, αναζητά περιπτώσεις από την μνήμη όπου είναι περίπου όμοιες με αυτή την υπόθεση και αποφασίστηκαν υπέρ της υπεράσπισης. Στην συνέχεια αναζητά τρόπους για να μειώσει τις προφανείς διαφορές, αν υπάρχουν, μεταξύ των περιπτώσεων και τέλος ανακτά την πιο επιτυχημένη περίπτωση.

Αυτό το σύστημα συνδυάστηκε αργότερα με το βασισμένο στους κανόνες συλλογισμό για να παραγάγει το CABARET [20]. Η έρευνα για το CBR δεν είναι περιορισμένη στις ΗΠΑ, αλλά άργησε να εμφανιστεί στην Ευρώπη. Μεταξύ των πρώτων αναφερόμενων ευρωπαϊκών εργασιών είναι αυτή της ομάδας του Derek Sleeman's από το Αμπερντήν της Σκωτίας. Μελέτησαν τις χρήσεις των περιπτώσεων για την απόκτηση γνώσης, που αναπτύσσει το σύστημα REFINER [21]. Σε μια παρόμοια εποχή, ο Mike Keane, από το κολλέγιο Trinity του Δουβλίνου, ανέλαβε τη γνωστική έρευνα επιστήμης στον αναλογικό συλλογισμό που έχει επηρεάσει στη συνέχεια το CBR [22].

Στην ηπειρωτική Ευρώπη ο Michael Richter και ο Klaus Althoff, από το πανεπιστήμιο του Kaiserslautern, εφάρμοσαν το σύστημα CBR σε σύνθετες διαγνώσεις. Αυτό έχει δώσει αφορμή για το σύστημα PATDEX [23] και στη συνέχεια στο εργαλείο του CBR S₃-case. Ο Agnar Aamodt στο πανεπιστήμιο του Τρόντχαϊμ είχε ερευνήσει την άποψη εκμάθησης του CBR και τον συνδυασμό περιπτώσεων καθώς και γενικής γνώσης domain με αποτέλεσμα την CREEK [24,25].

Στις Ηνωμένες Πολιτείες, το CBR φαίνεται να εφαρμόζεται ιδιαίτερα σε έργα πολιτικών μηχανικών. Μια ομάδα στο πανεπιστήμιο του Salford εφαρμόζει τις τεχνικές του CBR στη διάγνωση ελαττωμάτων, την επισκευή και την αποκατάσταση των κτηρίων [26]. Οι Yang & Robertson στο Εδιμβούργο αναπτύσσουν ένα σύστημα CBR για τους κανονισμούς κτηρίου, μια περιοχή εμπιστευόμενη επάνω στην έννοια της προτεραιότητας. Ενώ μια άλλη ομάδα στην Ουαλία εφαρμόζει το CBR στο σχέδιο των γεφυρών αυτοκινητόδρομων [27]. Αλλού υπάρχουν ενεργές ομάδες για το CBR στο Ισραήλ, και Ιαπωνία. Εντούτοις, ο αυξανόμενος αριθμός εγγράφων CBR στα περιοδικά AI και ο αυξανόμενος αριθμός εμπορικά επιτυχών εφαρμογών CBR είναι πιθανό να εξασφαλίσουν ότι οι πολλές περισσότερες χώρες δείχνουν ένα ενεργό ενδιαφέρον για CBR στο μέλλον. Σαν δείκτη η βρετανική ειδική ομάδα κοινωνίας υπολογιστών σχετικά με τα έμπειρα συστήματα έχει διοργανώσει τα εργαστήρια CBR κατάλληλα για τους αρχαίους στα και τα δύο αυτό στο τέλος ετήσια συνέδρια.

2.3 Καταλληλότητα του CBR

2.3.1 Σε ποιες περιπτώσεις όμως μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το CBR;

Τα χαρακτηριστικά ενός προβλήματος, είναι αυτά που καθορίζουν, εάν μία περίπτωση είναι κατάλληλη για να εφαρμοσθεί προσεγγιστικά το CBR. Μερικά από τα χαρακτηριστικά αυτά μπορεί να είναι η ύπαρξη αρχείων προηγούμενων προβλημάτων, το πλεονέκτημα της διατήρησης των ιστορικών περιπτώσεων, η χρησιμότητα των προηγούμενων εμπειριών, η επεξήγηση των ειδικών μέσω παραδειγμάτων καθώς και η δυναμική της εμπειρίας.

Το CBR, συχνά χρησιμοποιείται από ειδικούς που δυσκολεύονται να εκφράσουν τις σκέψεις τους κατά την επίλυση ενός προβλήματος. Και αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η

απόκτηση γνώσεων για ένα KBS, θα ήταν πολύ δύσκολη, με αποτέλεσμα να αυξάνονται οι πιθανότητες για ελλιπή ή ανακριβή αποτελέσματα. Όταν χρησιμοποιείται το CBR, η ανάγκη για γνώση, μπορεί να περιοριστεί στο πώς να χαρακτηριστεί μια περίπτωση.

Το CBR επιτρέπει στην case-base να αναπτυχθεί σταδιακά, ενώ η συντήρηση της case-library, είναι σχετικά εύκολη και μπορεί να πραγματοποιείται από ειδικούς του χώρου [8].

2.3.2 Γιατί να χρησιμοποιήσουμε το CBR για την επίλυση των προβλημάτων μας;

Η μελέτη του CBR οδηγείται από δυο κύρια κίνητρα. Το πρώτο, από γνωστική επιστήμη, είναι η επιθυμία της μοντελοποίησης της ανθρώπινης συμπεριφοράς. Το δεύτερο, από την τεχνητή νοημοσύνη, είναι η πραγματική επιθυμία της τεχνολογικής ανάπτυξης, έτσι ώστε να γίνει πιο αποτελεσματική [49].

Κεφάλαιο 3

3 Τεχνικό Υπόβαθρο

3.1 Τεχνικές του CBR

3.1.1 Διαδικασία (Process)

Ο Διαδικαστικός κύκλος του CBR

Το case base reasoning μπορεί να περιγραφεί συνήθως μέσω (5) βημάτων:

1. Αντιπροσώπηση
2. Ανάκτηση
3. Επαναχρησιμοποίηση
4. Αναθεώρηση
5. Διατήρηση

Το σύστημα του CBR συνεχώς δομεί την πείρα του και την υιοθετεί στα νέα του προς επίλυση προβλήματα.

Βλέποντας το σχήμα παρακάτω αποκτούμε μια ιδέα περί της διαδικασίας

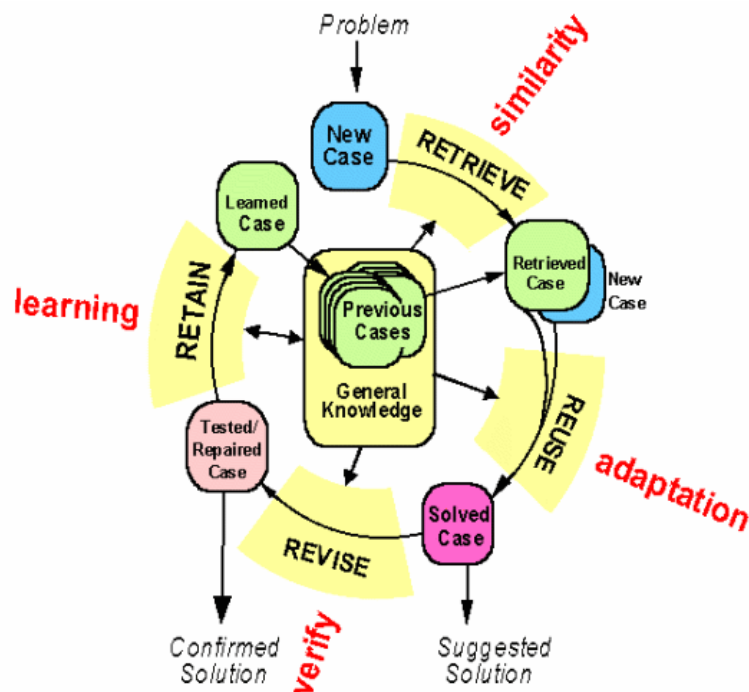


Figure 1: Διαδικαστικός Κύκλος CBR

Ας δούμε όμως τα βήματα πιο αναλυτικά.

1. Αντιπροσώπηση (Representation) [8,30,54]: είναι ένα σημαντικό θέμα κλειδί για την επιλογή του CBR ως προς την επιλογή της τεχνολογικής εφαρμογής. Τα συστήματα CBR μπορούν να αντιπροσωπεύσουν, ίσως το ευρύτερο δυνατό φάσμα των τύπων δεδομένων της, από όλες τις τεχνολογίες αντιπροσώπησης γνώσης. Τα νευρωτικά δίκτυα (neural systems¹²) περιορίζονται σε τύπους αριθμητικών δεδομένων, καθώς και τα έμπειρα συστήματα¹³ περιορίζονται σε αριθμητικές και συμβολικές μορφές. Τα CBR συστήματα μπορούν να αντιπροσωπεύουν σχεδόν κάθε τύπο δεδομένων που παρέρχεται. Μερικοί από αυτούς είναι ο αριθμητικός, ο συμβολικός, οι κατηγορηματικός, ο ιεραρχικός και το κείμενο. Κάθε τύπος δεδομένων που μπορεί να προσφέρει μια μέθοδο, όπου ένα παράδειγμα ταιριάζει με ένα άλλο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά από ένα σύστημα CBR.

2. Ανάκτηση (Retrieval) [8,29,28,55,56]: Ανάκτηση είναι η διαδικασία της εξεύρεσης των περιπτώσεων μέσα στην βάση των αποθηκευμένων επιλυμένων περιπτώσεων όπου περισσότερο ταιριάζουν με την τρέχουσα κατάσταση. Η τρέχουσα κατάσταση παρουσιάζεται ως μια νέα υπόθεση με πολλές από τις πληροφορίες να λείπουν. Αυτό το βήμα της αντιστοίχισης των περιπτώσεων είναι ίσως το πιο κρίσιμο βήμα στη μεθοδολογία του CBR. Δεδομένου του προβλήματος που έχουμε να αντιμετωπίσουμε, γίνεται ανάκτηση σε περιπτώσεις από τη μνήμη που μπορεί να είναι σχετικές με την επίλυσή του. Μια περίπτωση αποτελείται από το πρόβλημα, τη λύση του, και, συνήθως, σχολιασμούς για το πώς παράχθηκε η λύση. Για παράδειγμα, ας υποθέσουμε ότι κάποιος, έστω ο X, θέλει να προετοιμάσει τηγανίτες με μούρα. Το να είσαι αρχάριος μάγειρας, η σημαντικότερη εμπειρία που μπορεί να έχει, είναι εκείνον στον οποίο έχει μαγειρέψει με επιτυχία πολλές φορές, τηγανίτες. Η διαδικασία που ακολουθείται για την προετοιμασία των τηγανιτών, σε σχέση με τις αποφάσεις και οι δικαιολογίες για την λήψη τους κατά μήκος του τρόπου, συνιστά ανάκτηση στην περίπτωση του X.

3. Επαναχρησιμοποίηση (Reuse) [8,30,56]: Είναι το στάδιο στο οποίο αντιστοιχούν οι υποθέσεις σε σύγκριση με τη νέα υπόθεση για να σχηματίσουν μια προτεινόμενη λύση.

Χαρτογραφείτε η λύση, βάση των προηγούμενων υποθέσεων στο πρόβλημα που αντιμετωπίζουμε τώρα. Αυτό μπορεί να συνεπάγεται την προσαρμογή της λύσης, όπως απαιτείται για να ταιριάζει στη νέα κατάσταση. Στο παράδειγμα με τις τηγανίτες που αναφέρθηκε παραπάνω, ο X πρέπει να προσαρμόσει στην ανάκτηση του και να συμπεριλάβει την προσθήκη μούρων.

4. Αναθεώρηση (Revision) [8,56]: Είναι η δοκιμή της προτεινόμενης λύσης για να καταστεί σίγουρο αν είναι όντως κατάλληλη και ακριβής. Το αποτέλεσμα είναι η λύση η οποία επιβεβαιώνεται από την δοκιμή αυτή. Έχοντας χαρτογραφήσει την λύση που βρίσκεται πιο κοντά στην περίπτωση που στοχεύουμε, δοκιμάζουμε την νέα λύση στον πραγματικό χρόνο (ή προσομοιάζοντας την) και, εάν χρειάζεται, να αναθεωρήσουν. Ας υποθέσουμε ότι ο X στο παράδειγμα των τηγανιτών με μούρα, προσθέτει τα μούρα στο βούτυρο. Μετά την ανάμειξη, ανακαλύπτει ότι το βούτυρο έχει αλλάξει χρώμα και έχει γίνει μπλε –μια ανεπιθύμητη συνέπεια. Αυτό μας οδηγεί στο ακόλουθο συμπέρασμα: να καθυστερήσουμε την προσθήκη των μούρων μέχρι το βούτυρο να σωταριστεί στο τηγάνι.

5. Διατήρηση (Retention) [8,56]: Είναι η αποθήκευση των νέων περιπτώσεων για μελλοντική επαναχρησιμοποίηση. Ένα ισχυρό πλεονέκτημα της CBR έναντι άλλων συλλογιστικών τεχνολογιών είναι το γεγονός ότι η νέα γνώση είναι συνεχής και εύκολα προστίθεται ως εμπειρία. Αυτό το βήμα είναι συνήθως τόσο απλό όσο η αποθήκευση των νέων περιπτώσεων στην case-base. Μετά την επιτυχή προσαρμογή της λύσης στο

πρόβλημα που στοχεύουμε, αποθηκεύουμε την εμπειρική λύση ως νέα περίπτωση στην μνήμη. Ο Χ, κατά συνέπεια, καταγράφει την νέα του τεχνική για να φτιάξει τις τηγανίτες με μούρα, εμπλουτίζοντας έτσι το σύνολο του αποθηκευμένων εμπειριών, και την καλύτερη προετοιμασία του για το μέλλον.

3.1.1.1 Ανάλυση της διεργασίας διάσπασης για το CBR σύμφωνα με το μοντέλο των Aadmont-Plaza.

Προτού αναφερθούμε στο συγκεκριμένο μοντέλο και στην περαιτέρω ανάλυση του, θα ήταν σωστό να αναφέρουμε τι είναι η διεργασία ανάλυσης περιληπτικά και σε συνέχεια πως συνδέεται με το CBR.

Η διεργασία ανάλυσης (task analysis), αναλύει τι απαιτείται να κάνει ένας χρήστης όσον αφορά τις δράσεις ή/και τις γνωστικές διεργασίες για την επίτευξη μίας εργασίας. Μία λεπτομερή διεργασία ανάλυσης μπορεί να διεξαχθεί για να κατανοηθεί το ισχύον σύστημα και η ροή των πληροφοριών μέσα σε αυτό. Η ροή αυτή είναι πολύ σημαντική για την διατήρηση του υπάρχοντος συστήματος αλλά και για να ενσωματωθεί ή να αντικατασταθεί σε κάθε νέο σύστημα. Η διεργασία ανάλυσης καθιστά δυνατό, τον σχεδιασμό αλλά και την ανάθεση διεργασιών κατάλληλα, στα πλαίσια ενός νέου συστήματος. Οι συναρτήσεις οι οποίες περιέχονται σε ένα σύστημα και στο περιβάλλον εργασίας του χρήστη, μπορούν να προσδιοριστούν με ακρίβεια.

Πώς όμως επιτυγχάνουμε την διεργασία ανάλυσης; Ένας τρόπος είναι η διεργασία διάσπασης (task decomposition). Και τι είναι η διεργασία διάσπασης; Ο στόχος της διεργασίας διάσπασης στα πιο υψηλά επίπεδα, είναι να διασπά τις διεργασίες σε αυτά τα επίπεδα και να δίνει δευτερεύουσες εργασίες καθώς και τις δραστηριότητες τους. Αυτό θα παρουσιάσει μια γενικότερη διάρθρωση των κύριων καθηκόντων του χρήστη. Στα πιο χαμηλά επίπεδα, μπορεί να είναι επιθυμητό να εμφανιστεί η ροή εργασιών, οι διαδικασίες λήψης αποφάσεων ακόμη και σχεδιαγράμματα.

Η διαδικασία της διάσπασης παρουσιάζεται καλύτερα ως ένα διάγραμμα δομής (παρόμοιο με αυτό που χρησιμοποιείται στην Ιεραρχική Διεργασία Ανάλυσης). Αυτό αποκαλύπτει την αλληλουχία των ενεργειών, ξεκινώντας από τα αριστερά. Για να διασπαστεί μία διεργασία, η ερώτηση που τίθεται είναι 'πώς πραγματοποιείται αυτή η διεργασία;' Εάν μία διεργασία υπάρχει σε κατώτερο επίπεδο, είναι εφικτό να δομηθεί ρωτώντας 'γιατί γίνεται αυτό;' Η διεργασία διάσπασης μπορεί να πραγματοποιηθεί, χρησιμοποιώντας τα ακόλουθα στάδια:

1. Προσδιορισμός των εργασιών που θα αναλυθούν.
2. Διάσπαση μεταξύ 4 και 8 υπο-διεργασιών. Οι δευτερεύουσες αυτές διεργασίες θα πρέπει να διακρίνονται βάσει του στόχου και, φυσικά, να καλύπτουν όλη την περιοχή που μας ενδιαφέρει.
3. Σχεδιασμός των δευτερευουσών εργασιών, σαν ένα διάγραμμα πολλών επιπέδων, εξασφαλίζοντας παράλληλα την πληρότητα του.
4. Απόφαση σχετικά με το επίπεδο λεπτομέρειας στο οποίο πρέπει να αποσυντεθούν. Σε αυτό το στάδιο επιστάται ιδιαίτερη προσοχή, καθώς μια ορθή απόφαση εδώ, μας διασφαλίζει αργότερα ότι όλες οι διασπάσεις, θα αντιμετωπιστούν με συνέπεια. Μπορεί και να αποφασιστεί ότι η διάσπαση δεν θα πρέπει να συνεχιστεί έως ότου οι ροές παρουσιαστούν πιο εύκολα σαν ένα διάγραμμα ροής.

5. Σύγκριση και εξασφάλιση ότι ο αριθμός των διεργασιών και η αρίθμηση τους ότι ταυτίζονται. Συνήθως αυτό το στοιχείο προσκομίζεται γραπτώς απάνω στο διάγραμμα της διάσπασης.

6. Τέλος, παρουσιάζεται η ανάλυση σε κάποιον τρίτο, που δεν έχει εμπλακεί στην διάσπαση, αλλά ο οποίος ξέρει τις εργασίες αρκετά καλά ώστε να ελέγξει την συνοχή [51].

3.1.1.2 Η ιεράρχηση του διαδραστικού κύκλου του CBR κατά τους Agnar Aamodt & Enric Plaza

Μετά την παρουσίαση του διαδραστικού κύκλου του CBR, έπεται και η ανάλυση διάσπασης σύμφωνα με τα επίπεδα όπως παρουσιάζεται από τους Agnar Aamodt & Enric Plaza. Ας δούμε το μοντέλο και την ανάλυση

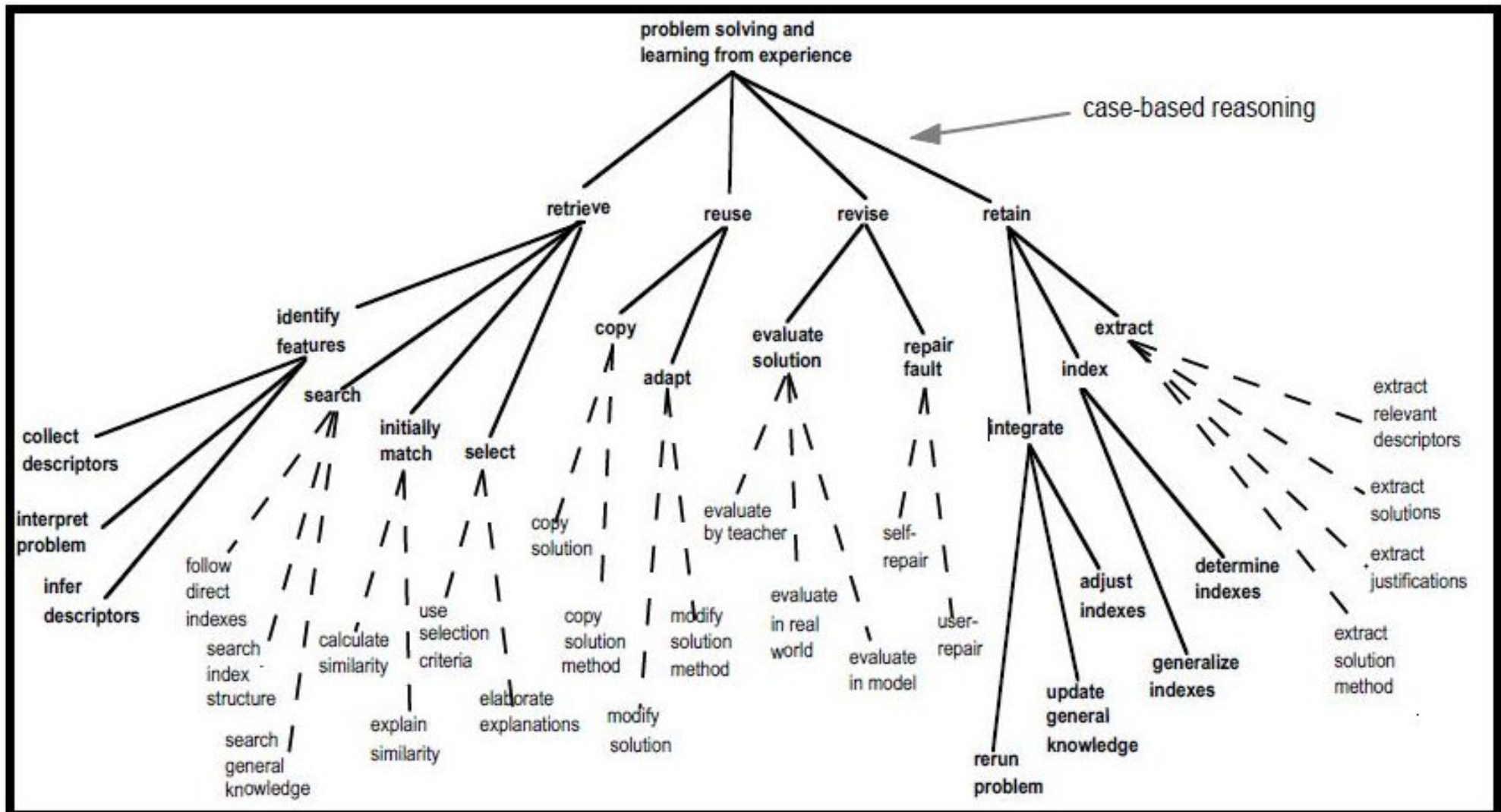


Figure 2 – Task-method decomposition of CBR

Αρχικά παρουσιάζεται ο διαδραστικός κύκλος του CBR έτσι ώστε να δοθεί έμφαση στην διαδοχικότητα των βημάτων που απαιτεί η τεχνική. Για περαιτέρω διάσπαση και περιγραφή των τεσσάρων ανώτερου – επιπέδου βημάτων, θα μεταβούμε σε διεργασίες με βάση τον προσανατολισμό, όπου κάθε βήμα ή υποδιεργασία, θα αντιμετωπίζεται σαν μια διεργασία όπου το CBR θα πρέπει να πραγματοποιήσει. Αυτό συνάδει την γνώση της διεργασίας προσανατολισμένη σύμφωνα με το γνωσιακό επίπεδο μοντελοποίησης [Van de Velde 93]. Στο γνωσιακό επίπεδο, το σύστημα προβάλλεται ως ένας πράκτορας που έχει στόχους και θέλει να τους επιτύχει. Μια περιγραφή του συστήματος μπορεί να έχει με τρεις προοπτικές: με τις διεργασίες, τις μεθόδους και τα γνωσιακά μοντέλα.

Οι διεργασίες, που έχουν συσταθεί από τους στόχους του συστήματος, εκτελούνται εφαρμόζοντας μία ή και παραπάνω μεθόδους. Για να μπορεί μία μέθοδος να ολοκληρώσει μία διεργασία, χρειάζεται γνώσεις για το γενικό πεδίο εφαρμογής, καθώς και πληροφορίες για το τρέχων πρόβλημα και το γενικό πλαίσιο.

Ας προχωρήσουμε στην ανάλυση του σχήματος 2. Οι διεργασίες εμφανίζονται σαν ονόματα κόμβων με έντονα γράμματα, ενώ οι μέθοδοι γράφονται με πλάγια γραφή. Οι σύνδεσμοι μεταξύ των διεργασιών – κόμβων (απλές γραμμές) είναι διεργασίες διάσπασης, δηλαδή μέρος των σχέσεων, όπου η κατεύθυνση της σχέσης είναι προς τα κάτω. Η διεργασία υψηλού επιπέδου είναι επίλυση προβλήματος και μάθηση από εμπειρία και η μέθοδος ολοκλήρωσης είναι η περίπτωση με βάση το σκεπτικό (που υποδεικνύεται με έναν ιδιαίτερο τρόπο, τα διακεκομμένα βέλη). Ο διαχωρισμός της διεργασίας του ανώτατου επιπέδου γίνεται σε 4 μεγάλα CBR έργα που αντιστοιχεί το κάθε ένα σε μία από τις τέσσερις διαδικασίες που παρουσιάσαμε στο σχήμα 1 δηλαδή, ανάκτηση, επαναχρησιμοποίηση, αναθεώρηση και διατήρηση. Και οι τέσσερις διεργασίες είναι απαραίτητες προκειμένου να ολοκληρωθεί σωστά η διαδικασία.

Όλες οι καταμήσεις των διεργασιών στο σχήμα είναι πλήρεις, όταν το σύνολο των υποδιεργασιών ολοκληρώσουν το στόχο, στο κάθε στάδιο περιγραφής. Ο έλεγχος καθορίζεται ως μέρος μίας μεθόδου επίλυσης προβλήματος. Η σχέση μεταξύ διεργασιών και μεθόδων (διακεκομμένες γραμμές) προσδιορίζει εναλλακτικές μεθόδους που εφαρμόζονται για την επίλυση μιας διεργασίας. Μια μέθοδος περιγράφει τον αλγόριθμο που προσδιορίζει και ελέγχει την εκτέλεση των δευτερευουσών εργασιών, δίνει πρόσβαση και αξιοποιεί την γνώση και τις πληροφορίες που απαιτούνται για να ολοκληρωθεί.

3.2 Ευρετήριο (Indexing)

Η εύρεση περίπτωσης περιλαμβάνει την ανάθεση των δεικτών στις περιπτώσεις για να διευκολύνει την ανάκτησή τους. Ένας δείκτης είναι μια υπολογιστική δομή δεδομένων που μπορεί να αποθηκευτεί στη μνήμη και ανεβρεθεί γρήγορα [34]. Διάφορες οδηγίες για την εύρεση έχουν προταθεί για το CBR από τους ερευνητές. Οι δείκτες πρέπει [32,33]:

1. να είναι προφητικοί,
2. να εξετάζουν τους σκοπούς για την περίπτωση που θα χρησιμοποιηθεί,
3. να είναι αρκετά αφηρημένοι να επιτρέψουν τη διεύρυνση της μελλοντικής χρήσης της περίπτωση-βάσης, και

4. να είναι αρκετά συγκεκριμένοι ώστε να είναι σε θέση να αναγνωριστούν στο μέλλον.

Και οι χειρωνακτικές και οι αυτοματοποιημένες μέθοδοι έχουν χρησιμοποιηθεί για να επιλέξουν τους δείκτες. Η επιλογή των δεικτών με το χέρι, εμπλέκει την απόφαση για τον στόχο μιας περίπτωσης με σεβασμό σε αυτόν και απόφαση κάτω από συνθήκες που η περίπτωση θα είναι χρήσιμη.

Υπάρχει ένας συνεχώς αυξανόμενος αριθμός αυτοματοποιημένων μεθόδων εύρεσης που συμπεριλαμβάνει:

1. Οι περιπτώσεις εύρεσης από τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα και τις διαστάσεις (indexing cases by features and dimensions) που τείνουν να είναι προφητικά πέρα από την ολόκληρη περιοχή δηλ., περιγραφείς της περίπτωσης που είναι αρμόδιοι για την επίλυση του ή που επηρεάζουν την έκβασή της [35]. Σε αυτήν την μέθοδο το domain αναλύεται και οι διαστάσεις που τείνουν να είναι σημαντικές υπολογίζονται. Αυτοί τίθενται σε έναν πίνακα ελέγχου και όλες οι περιπτώσεις συντάσσονται από τις τιμές τους κατά μήκος αυτών των διαστάσεων. Παραδείγματος χάριν, ο MEDIATOR χρησιμοποιεί αυτήν την μέθοδο από την εύρεση στον τύπο και τη λειτουργία των συζητημένων αντικειμένων και τη σχέση των disputants, ενώ δείκτες CHEF στη σύσταση και την προτίμηση. Αυτό το είδος τεχνικής καλείται πίνακας ελέγχου βάση της εύρεσης [33].

2. Η εύρεση διαφορών βάση index (difference-based indexing) επιλέγει τους δείκτες που διαφοροποιούν μια περίπτωση από άλλες περιπτώσεις όπως στο σύστημα CYRUS. Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας το σύστημα ανακαλύπτει ποια χαρακτηριστικά γνωρίσματα μιας περίπτωσης το διαφοροποιούν από άλλες παρόμοιες περιπτώσεις, και επιλέγει ως δείκτες εκείνα τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα που διαφοροποιούν τις περιπτώσεις καλύτερα.

3. Η ομοιότητα και οι εξηγήσεις που βασίζονται σε μεθόδους γενίκευσης (similarity and explanation-based generalization methods). Παράγουν ένα κατάλληλο σύνολο δεικτών για τις αφηρημένες περιπτώσεις που μοιράζονται κάποιο κοινό σύνολο χαρακτηριστικών γνωρισμάτων, ενώ τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα χρησιμοποιούνται ως δείκτες στις αρχικές περιπτώσεις [32,36].

4. Επαγωγικές μέθοδοι εκμάθησης [37,38], που προσδιορίζουν τα προφητικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα που χρησιμοποιούνται έπειτα ως δείκτες. Αυτές οι τεχνικές χρησιμοποιούνται ευρέως (π.χ., του γνωστικού συστήματος υπενθυμίστε) και συνήθως παραλλαγές χρήσης του ID3 αλγόριθμου χρησιμοποιημένος για την επαγωγή κανόνα.

5. Εξηγήσεις βασισμένες στις τεχνικές (explanation-based techniques), οι οποίες καθορίζουν τα σχετικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα για κάθε περίπτωση. Αυτή η μέθοδος αναλύει κάθε περίπτωση για να βρει όποιοι των χαρακτηριστικών γνωρισμάτων τους είναι προφητικοί. Οι περιπτώσεις συντάσσονται έπειτα από εκείνα τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα [39,40].

6. Εντούτοις, παρά την επιτυχία πολλών αυτοματοποιημένων μεθόδων, η Janet Kolodner θεωρεί ότι οι άνθρωποι τείνουν να κάνουν καλύτερα στην επιλογή των δεικτών από τους αλγόριθμους, και επομένως για τις πρακτικές εφαρμογές οι δείκτες πρέπει να επιλεγούν με το χέρι [33].

3.3 Αποθήκευση (Storage)

Η αποθήκευση κατά περίπτωση είναι μια σημαντική πτυχή στο σχεδιασμό των αποδοτικών συστημάτων CBR δεδομένου ότι, πρέπει να απεικονίσει την εννοιολογική άποψη, αυτό που αντιπροσωπεύεται στην περίπτωση και λαμβάνει υπόψη τους δείκτες που χαρακτηρίζουν την περίπτωση. Το σύστημα περιπτώσεων κατά βάση πρέπει να οργανωθεί σε μια εύχρηστη δομή που υποστηρίζει τις αποδοτικές μεθόδους αναζήτησης και ανάκτησης. Πρέπει να βρεθεί μια ισορροπία μεταξύ της αποθήκευσης των μεθόδων που συντηρούν τη σημασιολογική αφθονία των περιπτώσεων και των δεικτών και των μεθόδων τους που απλοποιούν την πρόσβαση και την ανάκτηση των σχετικών περιπτώσεων. Αυτές οι μέθοδοι αναφέρονται συνήθως ως πρότυπα μνήμης περίπτωσης. Τα δύο επικρατέστερα πρότυπα μνήμης περίπτωσης είναι το δυναμικό πρότυπο μνήμης, των Schank και Kolodner, και το πρότυπο κατηγορία-υποδείγματος, των Porter και Bareiss [31,87].

3.4 Το δυναμικό πρότυπο μνήμης (Dynamic Memory Model)

Το πρότυπο απομνημόνευσης περίπτωσης (case memory model) σε αυτήν την μέθοδο αποτελείται από τα πακέτα απομνημόνευσης οργανισμού ή αλλιώς MOPs. Τα MOPs είναι μια μορφή πλαισίου και είναι η βασική μονάδα στη δυναμική μνήμη. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αντιπροσωπεύσουν τη γνώση για τις κατηγορίες γεγονότων χρησιμοποιώντας δυο ειδών MOPs:

- ✓ γεγονότα που αντιπροσωπεύουν τις περιπτώσεις, τα συμβάντα ή τα αντικείμενα, και
- ✓ αφαιρέσεις που αντιπροσωπεύουν τις γενικευμένες εκδόσεις των περιπτώσεων ή άλλων αφαιρέσεων.

Η μνήμη περίπτωσης, σε ένα δυναμικό πρότυπο μνήμης (dynamic memory model), είναι μια ιεραρχική δομή των επεισοδιακών πακέτων οργάνωσης μνήμης (episodic or e-MOPs)[9,10], αποκαλούμενος, επίσης, ως γενικευμένο επεισόδιο (GEs) αναπτυγμένος από την πιο γενικευμένη θεωρία για τα MOP του Schank [6]. Η βασική ιδέα είναι να οργανωθούν οι συγκεκριμένες περιπτώσεις που μοιράζονται τις παρόμοιες ιδιότητες κάτω από μια γενικότερη δομή (δηλ., ένα γενικευμένο επεισόδιο –a generalized episode). Μια GE(Generalised Episode) περιέχει τρεις διαφορετικούς τύπους αντικειμένων: τις νόρμες, τις περιπτώσεις και τους δείκτες. Οι νόρμες είναι χαρακτηριστικά γνώρισμα κοινά για όλες τις περιπτώσεις που συντάσσονται κάτω από μια Γερμανία. Οι δείκτες είναι χαρακτηριστικά γνώρισμα που κάνουν διακρίσεις μεταξύ των περιπτώσεων μιας GE. Ένας δείκτης μπορεί να δείξει ένα πιο συγκεκριμένο γενικευμένο επεισόδιο ή μια περίπτωση, και αποτελείται από ένα όνομα δείκτη και μια τιμή.

Η περίπτωση βάση απομνημόνευσης (case based memory) είναι ένα δίκτυο διάκρισης όπου οι κόμβοι είναι είτε μια GE, ένα όνομα δείκτη, μία τιμή δείκτη είτε μια περίπτωση. Ο δείκτης μπορεί να δείχνει από μια GE την σε μια άλλη GE ή μια περίπτωση. Ο πρωταρχικός ρόλος μιας GE είναι μια δομή που συμπεριλαμβάνει και δείκτες για την αποθήκευση, την αντιστοίχιση και την ανάκτηση των περιπτώσεων. Κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης κατά περίπτωση όταν ταιριάζει ένα χαρακτηριστικό γνώρισμα (δηλ., όνομα δείκτη και αξία δείκτη) μιας καινούργιας περίπτωσης με ένα χαρακτηριστικό γνώρισμα μιας υπάρχουσας περίπτωσης δημιουργείται μια νέα GE. Οι δύο περιπτώσεις έπειτα διακρίνονται

στην εύρεση τους υπό διαφορετικούς δείκτες κάτω από τη νέα GE (υποθέτοντας ότι οι δυο περιπτώσεις δεν είναι ίδιες). Κατά συνέπεια, η μνήμη είναι δυναμική δεδομένου ότι τα παρόμοια μέρη των δυο περιπτώσεων είναι δυναμικά γενικευμένα σε μια νέα GE, οι περιπτώσεις εισάγονται υπό τη GE ανάλογα με τις διαφορές τους.

Εντούτοις, αυτή η διαδικασία μπορεί να οδηγήσει σε μια εκρηκτική ανάπτυξη στον αριθμό των δεικτών καθώς οι αριθμοί περίπτωσης αυξάνονται. Έτσι για πρακτικούς λόγους τα περισσότερα συστήματα CBR που χρησιμοποιούν αυτήν την μέθοδο περιορίζουν τον αριθμό επιτρεπτών δεικτών σε ένα περιορισμένο λεξιλόγιο [87].

3.5 Το πρότυπο κατηγορία-υποδείγματος (the category-exemplar model)

Αυτό το πρότυπο οργανώνει τις περιπτώσεις που είναι βασισμένες στην άποψη ότι ο πραγματικός κόσμος πρέπει να καθοριστεί περαιτέρω με τις περιπτώσεις να αναφέρονται ως υποδείγματα (exemplars). Η μνήμη κατά περίπτωση είναι μια δομή δικτύων από κατηγορίες, σημασιολογικές σχέσεις, περιπτώσεις και δείκτες εύρεσης. Κάθε περίπτωση συνδέεται με μια κατηγορία. Οι περιπτώσεις με διαφορετικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα ορίζονται ως περιπτώσεις διαφορετικής σημασίας στην περιγραφή σε μια περίπτωση που είναι μέλος σε μια κατηγορία. Τρεις τύποι δεικτών παρέχονται, οι οποίοι μπορεί να δείχνουν σε μια περίπτωση ή μια κατηγορία:

1. δείκτες για χαρακτηριστικά γνωρίσματα συνδέσεων, που δείχνουν από τους περιγραφείς προβλήματος (χαρακτηριστικά γνωρίσματα) μια περίπτωση ή μια κατηγορία,
2. δείκτες για συνδέσεις περίπτωσης, που δείχνουν από τις κατηγορίες σε όσες περιπτώσεις σχετίζονται, και
3. δείκτες για διαφορά συνδέσεων, που δείχνουν από τις κατηγορίες στις γειτονικές περιπτώσεις που διαφέρουν μόνο σε έναν μικρό αριθμό χαρακτηριστικών γνωρισμάτων.

Ένα χαρακτηριστικό γνώρισμα περιγράφεται από ένα ζευγάρι όνομα-τιμής. Τα υποδείγματα μιας κατηγορίας αποθηκεύονται σύμφωνα με το βαθμό της πρωτοτυπίας τους στην κατηγορία. Μέσα σε αυτήν την οργάνωση μνήμης, οι κατηγορίες είναι συνδεδεμένες μέσα σε ένα σημασιολογικό δίκτυο που περιέχει τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα και οι ενδιάμεσοι σταθμοί που αναφέρονται υπό άλλους όρους. Αυτό το δίκτυο αντιπροσωπεύει ένα υπόβαθρο της γενικής γνώσης που επιτρέπει την επεξηγηματική υποστήριξη σε μερικούς στόχους του CBR. Μια καινούργια περίπτωση αποθηκεύεται ερευνώντας αν υπάρχει κάποια παρόμοια της και θέτοντας τους σχετικούς δείκτες χαρακτηριστικών γνωρισμάτων. Εάν βρεθεί μια περίπτωση που σε σχέση με την καινούργια περίπτωση διαφέρει σε πολύ μικρές λεπτομέρειες, τότε η καινούργια περίπτωση ενδέχεται να μην διατηρηθεί, ή μία εναλλακτική λύση είναι οι δύο περιπτώσεις να συγχωνευθούν [34].

3.6 Ανάκτηση (Retrieval)

Λαμβάνοντας υπόψη την περιγραφή ενός προβλήματος, ένας αλγόριθμος ανάκτησης, που χρησιμοποιεί τους δείκτες στην περίπτωση κατά μνήμη (case-memory), πρέπει να ανακτήσει τις περιπτώσεις με την μεγαλύτερη ομοιότητα στο τρέχων πρόβλημα ή την κατάσταση. Ο αλγόριθμος ανάκτησης στηρίζεται στους δείκτες και την οργάνωση της μνήμης για να κατευθύνει την αναζήτηση στις ενδεχομένως χρήσιμες περιπτώσεις.

3.6.1 Αλγόριθμοι αναζήτησης για την ανάκτηση περιπτώσεων

Το ζήτημα της επιλογής της περίπτωσης που ταιριάζει καλύτερα έχει αντιμετωπιστεί από την έρευνα στην αναλογία. Αυτή η προσέγγιση περιλαμβάνει την χρησιμοποίηση του αλγόριθμου heuristics¹ για να περιορίσει και να κατευθύνει την αναζήτηση. Διάφοροι αλγόριθμοι έχουν εφαρμοστεί για να ανακτήσουν τις κατάλληλες περιπτώσεις, παραδείγματος χάριν:

- i. τμηματική αναζήτηση [41,35,40],
- ii. ιεραρχική αναζήτηση [42], και
- iii. μιμούμενη παράλληλη αναζήτηση [43].

3.7 Αλγόριθμοι ανάκτησης περιπτώσεων

Το CBR θα είναι έτοιμο για τα προβλήματα μεγάλων κλιμάκων μόνο όταν οι αλγόριθμοι ανάκτησης είναι αποδοτικοί στο χειρισμό χιλιάδων περιπτώσεων. Αντίθετα από τις αναζητήσεις βάσεων δεδομένων που στοχεύουν σε μια συγκεκριμένη αξία σε ένα αρχείο, η ανάκτηση των περιπτώσεων από την case-base πρέπει να εξοπλιστεί με heuristics που εκτελούν τις μερικές αντιστοιχίες, δεδομένου ότι γενικά δεν υπάρχει καμία υπάρχουσα περίπτωση που να ταιριάζει ακριβώς με τη καινούργια περίπτωση. Οι καλύτερες και πιο γνωστές μέθοδοι για την ανάκτηση περίπτωσης είναι:

- i. ο κοντινότερος γείτονας,
- ii. η επαγωγή,
- iii. καθοδηγημένη γνώση επαγωγής και
- iv. την ανάκτηση προτύπων.

Αυτές οι μέθοδοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνοι ή να συνδυαστούν με τις υβριδικές στρατηγικές ανάκτησης [87].

3.7.1 Κοντινότερος γείτονας (Nearest neighbor)

Αυτή η προσέγγιση περιλαμβάνει την αξιολόγηση της ομοιότητας μεταξύ των αποθηκευμένων περιπτώσεων και της νέας υπόθεσης που θα εισαχθεί, βασισμένη στο ταίριασμα ενός σταθμισμένου ποσού των χαρακτηριστικών γνωρισμάτων. Το μεγαλύτερο πρόβλημα είναι εδώ να καθοριστούν τα βάρη των χαρακτηριστικών γνωρισμάτων. Ο περιορισμός αυτής της προσέγγισης περιλαμβάνει τα προβλήματα στη σύγκλιση όσων αφορά τους σωστούς χρόνους λύσης και ανάκτησης. Γενικά η χρήση αυτής της μεθόδου οδηγεί στο

χρόνο ανάκτησης που αυξάνεται γραμμικά με τον αριθμό περιπτώσεων. Επομένως αυτή η προσέγγιση είναι αποτελεσματικότερη όταν η βάση περίπτωσης είναι σχετικά μικρή.

Διάφορες εφαρμογές του CBR έχουν χρησιμοποιήσει αυτήν την μέθοδο για να ανακτήσουν τις περιπτώσεις που ταιριάζουν, παραδείγματος χάριν: η BROADWAY [44] για την επιλογή των προτύπων αυτοκινήτων, το σύστημα του Smart Compaq [45] για γραφεία βοήθειας και υποστήριξης πελατών σχετικά με προϊόντα, και η ANON [46] για την αξιολόγηση της κατάστασης στην αποτυχία σχεδίων.

Ένας τυπικός αλγόριθμος για τον υπολογισμό του κοντινότερου γείτονα που ταιριάζει είναι αυτός που χρησιμοποιείται από το λογισμικό Cognitive Systems ReMind* που αναφέρεται στο Kolodner όπου το w είναι η στάθμιση σημασίας ενός χαρακτηριστικού γνώρισματος (ή της αυλάκωσης), sim είναι η λειτουργία ομοιότητας, και το f^I και f^R είναι οι τιμές για το χαρακτηριστικό γνώρισμα i στην εισαγωγή και τις ανακτημένες περιπτώσεις αντίστοιχα.

$$\frac{\sum_{i=1}^n w_i \times sim(f_i^I, f_i^R)}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

Figure 3: Αλγόριθμος Κοντινότερου Γείτονα

3.7.2 Επαγωγή (Induction)

Οι αλγόριθμοι επαγωγής (π.χ. ID3 [47]) καθορίζουν ποια χαρακτηριστικά γνώρισμα κάνουν την καλύτερη εργασία σε διακριτικές περιπτώσεις, και παράγουν μια δομή τύπων δέντρου απόφασης για να οργανώσουν τις περιπτώσεις στη μνήμη. Αυτή η προσέγγιση είναι χρήσιμη όταν απαιτείται ένα ενιαίο χαρακτηριστικό γνώρισμα περίπτωσης ως λύση, και όπου εκείνο το χαρακτηριστικό γνώρισμα περίπτωσης εξαρτάται από άλλα.

3.7.3 Καθοδηγημένη γνώση επαγωγής (Knowledge guided induction)

Αυτή η μέθοδος εφαρμόζει τη γνώση στη διαδικασία επαγωγής, με την μέθοδο του χειροκίνητου προσδιορισμού, τα χαρακτηριστικά γνώρισμα περίπτωσης που είναι γνωστά ή πρόκειται να έχουν επιπτώσεις στο αρχικό χαρακτηριστικό γνώρισμα περίπτωσης. Αυτή η προσέγγιση χρησιμοποιείται συχνά από κοινού με άλλες τεχνικές, επειδή η επεξηγηματική γνώση δεν είναι πάντα εύκολα διαθέσιμη για τις μεγάλες βάσεις περίπτωσης [87,88].

3.7.4 Ανάκτηση προτύπων (Template retrieval)

Παρόμοιος με τις SQL-ομοειδείς ερωτήσεις, η ανάκτηση προτύπων επιστρέφει όλες τις περιπτώσεις που ταιριάζουν μέσα σε ορισμένες παραμέτρους. Αυτή η τεχνική χρησιμοποιείται συχνά πριν από άλλες τεχνικές, όπως ο κοντινότερος γείτονας, για να περιορίσει το διάστημα αναζήτησης σε ένα σχετικό τμήμα της περίπτωση-βάσης [87,88].

3.8 Προσαρμογή (Adaptation)

Μόλις ανακτηθεί μια περίπτωση που ταιριάζει, ένα σύστημα CBR πρέπει να προσαρμόσει τη λύση που αποθηκεύεται στην ανακτημένη περίπτωση για τις ανάγκες της παρούσας περίπτωσης. Η προσαρμογή ψάχνει τις προεξέχουσες διαφορές μεταξύ της ανακτημένης περίπτωσης και της παρούσας περίπτωσης και εφαρμόζει έπειτα τους τύπους ή τους κανόνες που λαμβάνουν εκείνες τις διαφορές υπόψη κατά το υποβολή προτάσεων μιας λύσης. Γενικά, υπάρχουν δύο είδη προσαρμογής σε CBR:

α. Δομική προσαρμογή, στην οποία οι κανόνες προσαρμογής εφαρμόζονται άμεσα στη λύση που αποθηκεύεται σε περιπτώσεις [33]. Αυτό το είδος προσαρμογής χρησιμοποιείται στο JUDGE (Bain) και τον CHEF (Hammond).

β. Παραγωγική προσαρμογή, η οποία επαναχρησιμοποιεί τους αλγορίθμους, τις μεθόδους ή τους κανόνες που παράγουν την αρχική λύση για να παραχθεί μια νέα λύση στο τρέχον πρόβλημα. Σε αυτήν την μέθοδο η ακολουθία προγραμματισμού που κατασκεύασε ότι η αρχική λύση πρέπει να αποθηκευτεί στη μνήμη μαζί με τη λύση όπως στο MEDIATOR (Simpson). Η παραγωγική προσαρμογή, που αναφέρεται μερικές φορές σε ένα *reinstantiation*, μπορεί μόνο να χρησιμοποιηθεί για τις περιπτώσεις που γίνονται κατανοητές καλά.

Ένα ιδανικό σύνολο κανόνων προσαρμογής πρέπει να είναι αρκετά ισχυρό να παράγει πλήρεις λύσεις από την αρχή, και ένα αποδοτικό σύστημα CBR μπορεί να χρειαστεί και τους κανόνες δομικής προσαρμογής για να προσαρμοστούν οι ανεπαρκώς κατανοητές λύσεις και οι παραγωγικοί μηχανισμοί για να προσαρμόσουν τις λύσεις των περιπτώσεων που γίνονται κατανοητές καλά [33].

3.8.1 Τεχνικές Προσαρμογής

Διάφορες τεχνικές, που κυμαίνονται από απλό ως σύνθετο, έχουν χρησιμοποιηθεί στη CBR για την προσαρμογή. Αυτοί περιλαμβάνουν:

α. Μηδενική προσαρμογή, μια άμεση απλή τεχνική που εφαρμόζει οποιαδήποτε λύση ανακτάται στο τρέχον πρόβλημα χωρίς την προσαρμογή του. Η μηδενική προσαρμογή είναι χρήσιμη για τα προβλήματα που περιλαμβάνουν το σύνθετο συλλογισμό αλλά με μια απλή λύση. Παραδείγματος χάριν, όταν υποβάλλει αίτηση κάποιος για ένα τραπεζικό δάνειο, μετά από να απαντήσει στις πολυάριθμες ερωτήσεις η τελική απάντηση είναι πολύ απλή: χορηγήστε το δάνειο, απορρίψτε το δάνειο, ή αναφέρετε την αίτηση.

β. Ρύθμιση παραμέτρου, μια τεχνική δομικής προσαρμογής που συγκρίνει τις διευκρινισμένες παραμέτρους της ανακτημένης και παρούσας περίπτωσης για να τροποποιήσει τη λύση σε μια κατάλληλη κατεύθυνση. Αυτή η τεχνική χρησιμοποιείται στο JUDGE (Bain), η οποία συστήνει μια πιο σύντομη καταδίκη για έναν εγκληματία όπου το έγκλημα ήταν λιγότερο βίαιο.

γ. Αφαίρεση και επαναπροσδιορισμός, μια γενική τεχνική δομικής προσαρμογής που χρησιμοποιείται με έναν βασικό τρόπο να επιτευχθούν οι απλές προσαρμογές και με έναν σύνθετο τρόπο να παραχθούν οι νέες, δημιουργικές λύσεις. Το σύστημα προγραμματισμού PLEXUS χρησιμοποιεί αυτήν την τεχνική (Alterman).

δ. Κριτικός-βασισμένη προσαρμογή, στην οποία ένας κριτικός ψάχνει τους συνδυασμούς χαρακτηριστικών γνωρισμάτων που μπορούν να προκαλέσουν ένα πρόβλημα σε μια λύση. Σημαντικά, ο κριτικός γνωρίζει τις επισκευές για αυτά τα προβλήματα. PERSUADER (Sycara) είναι ένα σύστημα που χρησιμοποιεί όλες τις τεχνικές προσαρμογής που συζητούνται ανωτέρω.

* Η επανασύσταση, χρησιμοποιεί σαν υπόσταση τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα μιας παλαιάς λύσης με τα νέα χαρακτηριστικά γνωρίσματα. Παραδείγματος χάριν, ο CHEF μπορεί reinstantiate μπιζέλια κοτόπουλου και χιονιού σε μια κινεζική συνταγή με το βόειο κρέας και το μπρόκολο με αυτόν τον τρόπο που δημιουργεί μια νέα συνταγή.

* Η παραγωγική επανάληψη, είναι η διαδικασία χρησιμοποίησης της μεθόδου παραγωγής μιας παλαιάς λύσης ή ένα κομμάτι της σε μια λύση στη νέα κατάσταση. Παραδείγματος χάριν, ο BOGART (Mostow), που χρησιμοποιεί τα αποθηκευμένα προγραμματιστικά σχέδια για να λύσει τα προβλήματα.

* Η πρότυπος-καθοδηγημένη επισκευή, χρησιμοποιεί ένα αιτιώδες πρότυπο για να καθοδηγήσει την προσαρμογή όπως στη CELIA (Redmond), η οποία χρησιμοποιείται για τη διάγνωση και την εκμάθηση στους αυτόματους μηχανικούς, και την KRITIK (Goel) που χρησιμοποιείται στο σχέδιο των φυσικών συσκευών.

* Βασισμένη στην αντικατάσταση, χρησιμοποιεί περιπτώσεις για να προτείνει μια προσαρμογή λύσης όπως στην ACBARR (Moorman & Ram) ,ένα σύστημα για τη ναυσιπλοΐα ρομπότ [87].

Κεφάλαιο 4

4 Συστήματα Case Based Reasoning και Εργαλεία Λογισμικού

4.1 Ευδιάκριτα συστήματα Case Based Reasoning

1. SMART: Στήριξη της διαχείρισης αυτοματοποιημένη τεχνολογία αιτιολογία για την εξυπηρέτηση των πελατών Compaq [8]
2. Συσκευή Call Center της αυτοματοποίησης στη General Electric [9]
3. Clavier: Εφαρμογή περίπτωση με βάση το σκεπτικό για την κατασκευή σύνθετων μέρους [10]
4. FormTool: Πλαστικά Color Matching [11]
5. CoolAir: HVAC προδιαγραφές και του συστήματος τιμολόγησης [12]
6. Vidur - Μια βάση CBR έξυπνο σύστημα παροχής συμβουλών, με C-DAC Mumbai, για τους αγρότες της Βορειοανατολικής Ινδίας.

4.2 Εργαλεία Λογισμικού Case Based Reasoning

Οι θεωρητικοί υποστηρίζουν ότι το κύμα ενδιαφέροντος που έχει αναπτυχθεί για το Case Based Reasoning είναι λόγω της διαισθητικής φύσης του αλλά και λόγω του γεγονότος ότι μπορεί να μοιάσει κατά πολύ στον ανθρώπινο συλλογισμό. Οι προμηθευτές λογισμικού υποστηρίζουν από την μεριά τους ότι το εκτεταμένο ενδιαφέρον οφείλεται στο γεγονός ότι τα εργαλεία του CBR έχουν καταστήσει την θεωρία σχεδόν εφικτή. Και οι δυο πλευρές έχουν δίκιο. Παρά το γεγονός ότι CBR είναι μια πρόσφατη καινοτομία υπάρχουν τουλάχιστον δέκα διαθέσιμα στο εμπόριο εργαλεία με τη λειτουργία CBR.

Ο στόχος αυτού του κεφαλαίου είναι να παρασχεθεί μια περιεκτική αναθεώρηση των εργαλείων λογισμικού CBR και διάφορα άλλα εργαλεία βασισμένα στο CBR που θεωρούνται διαθέσιμα. Αναμένεται ότι αυτή η αναθεώρηση θα βοηθήσει τους ανθρώπους να προσδιορίσουν ποιο εργαλείο είναι το καταλληλότερο για τις ανάγκες τους.

4.2.1 ART*Enterprise

Το Art*Enterprise είναι η τελευταία ανακάλυψη της Inference Corporation. Την δεκαετία του '80, το ART και μετέπειτα το ART-IM εκτέθηκαν στην αγορά ως εργαλεία ανάπτυξης AI. Η Inference έχει αποποιηθεί την συντομογραφία AI και τώρα πουλάει το ART*Enterprise ως «ενσωματωμένο, αντικειμενοστραφές εργαλείο ανάπτυξης εφαρμογών, σχεδιασμένο για τους υπεύθυνους που ασχολούνται με την ανάπτυξη MIS (Management Information Systems ή Συστήματα Διοικητικών Πληροφοριών)». Το ART*Enterprise προσφέρει ποικίλα αντιπροσωπευτικά παραδείγματα συμπεριλαμβανομένου:

- μία διαδικαστική προγραμματιστική γλώσσα
- αντικείμενα που στηρίζονται σε πολλαπλές κληρονομικότητες, την ενθυλάκωση, τον πολυμορφισμό
- τους κανόνες, και
- τις περιπτώσεις

Αυτά όλα κατασκευάζονται με ένα GUI⁴ builder, τις εγκαταστάσεις ελέγχου έκδοσης, και την δυνατότητα να συνδεθεί με αποθήκες δεδομένων στα περισσότερα ιδιόκτητα σχήματα DBMS⁵, για την ανάπτυξη των εφαρμογών μεταξύ client-server. Επιπλέον, το ART*Enterprise προσφέρει υποστήριξη τύπου cross-platform⁶ για τα περισσότερα λειτουργικά συστήματα, windowing συστήματα⁷ και πλατφόρμες υλικού⁸.

Η συμβολή του CBR στο ART*Enterprise είναι περίπου ίδια με το CBR – Express. Κατά συνέπεια η ART προσφέρει την τεχνική του κοντινότερου γείτονα και έναν εκπληκτικό χειρισμό του κειμένου. Στο συγκεκριμένο εργαλείο όμως η λειτουργία CBR είναι πιο ελέγξιμη απ'ότι στη CBR – Express.

Καταλληλότητα εφαρμογής:

Σε εφαρμογές MIS client-server και άλλες CBR εφαρμογές.

Πλατφόρμα:

Αναπτύχθηκε για Windows 95/98, NT, OS/2, Solaris κ.τ.λ και επεκτείνεται σχεδόν σε οποιαδήποτε πλατφόρμα αναφέρουμε. Επιπρόσθετα υπάρχει και μια έκδοση WebServer [52, 90].

4.2.2 Case 1

Το Case1 είναι ένα νέο εργαλείο προσφερόμενο από την Astea International (με την έκδοση Beta της έκδοσης 1.0). Η εταιρεία έχει ένα υπόβαθρο στην παροχή ολοκληρωμένων πωλήσεων, υποστήριξης και στα συστήματα παροχής υπηρεσιών. Προφανώς αναπτύχθηκε με βάση το CBR Express καθώς έχει και πολλά από τα χαρακτηριστικά του. Οι περιπτώσεις εμφανίζονται ως ελεύθερη μορφή κειμένου που περιγράφουν ένα πρόβλημα, ένα σύνολο

σταθμισμένων ερωτήσεων που μπορεί να επιβεβαιώσουν ή να απορρίψουν μια υπόθεση και μια σειρά λύσεων.

Όπως και με το CBR2, οι περιπτώσεις μπορούν να συνταχθούν από ανθρώπους, οι οποίοι δεν έχουν καμία εμπειρία στον προγραμματισμό. Οι περιπτώσεις είναι αποθηκευμένες σε μια σχεσιακή βάση δεδομένων (Watcom) και η διασύνδεση γίνεται με τη χρήση της Visual Basic (Case-1 τρέχει υπό MS Windows). Το Case-1 υπερτερεί σε σχέση με την CBR Express στο γεγονός της ελευθερίας της σύνταξης καθώς και στο λεξιλόγιο το οποίο μπορεί να χρησιμοποιήσει ο χρήστης κατά την διάρκεια της εισαγωγής του προβλήματος, ωστόσο, το προϊόν, δεν είναι αρκετά ώριμο όσο το CBR2 και δεν φαίνεται να έχει να προσφέρει σημαντικές λειτουργικές βελτιώσεις [52].

Πλατφόρμα

Αναπτύχθηκε για Windows 95/98.

4.2.3 CasePoint

Το CasePoint, από την εταιρία Inference Corp., είναι μια έκδοση χρόνου εκτέλεσης της CBR – Express. Είναι ένα σύστημα παράδοσης της CBR, καθώς τρέχει μόνο περιπτώσεις που ανακτώνται από την βάση, (δηλ., χρήστες του CasePoint δεν μπορούν να αναπτύξουν ή να εισάγουν περιπτώσεις, για αυτό πρέπει να χρησιμοποιούν την CBR – Express) και αυτό δεν συμπεριλαμβάνει τις ευκολίες της ακολουθίας των πελατών που αφορούν την CBR – Express. Εντούτοις, σαν σύστημα παράδοσης, έχει ορισμένα πλεονεκτήματα πέρα από την CBR – Express. Μία κριτική της τεχνική του κοντινότερου γείτονα είναι ότι εάν μία case-base είναι πολύ μεγάλη και αν οι περιπτώσεις που την απαρτίζουν έχουν πολλά χαρακτηριστικά, τότε δεν είναι αποδοτική η διαδικασία αυτή. Παρ'όλα αυτά, ο αλγόριθμος ταυτοποίησης που χρησιμοποιεί το CasePoint είναι εξαιρετικά γρήγορος. Επιπρόσθετα, η μνήμη του είναι εξαιρετικά αποδοτική, απαιτώντας μόνο μερικές χιλιάδες kilobyte για να τρέξει. Και επιπλέον δεδομένου ότι είναι ένας αποδοτικός κεντρικός υπολογιστής DDE³, μπορεί εύκολα να ενσωματωθεί με άλλες εφαρμογές που τρέχουν στα Windows. Δηλαδή αν και σχεδιάστηκε για γραφεία βοήθειας, το CasePoint μπορεί να αποδώσει λύσεις για ένα ευρύτερο φάσμα διαγνωστικών ή προβλημάτων ταξινόμησης, με λογικό κόστος. Η έκδοση του προϊόντος ήταν η CasePoint 1.2.

Καταλληλότητα εφαρμογής

Γραφεία βοήθειας, εξυπηρέτηση πελατών, επίλυση τεχνικών προβλημάτων, διάγνωση, επιλογή προϊόντων

Πλατφόρμα

Αναπτύχθηκε σε Windows 95/98 και NT, ενώ μπορεί να απορροφηθεί από άλλες πλατφόρμες, ενώ και μια διαδικτυακή έκδοση είναι διαθέσιμη.

4.2.4 Case Power

Παλαιότερα ονομαζόταν Reduce-it από την Inductive Solutions Inc. Η εφαρμογή αυτή κατασκευάζει τις περιπτώσεις της σε περιβάλλον υπολογιστικού φύλλου του Microsoft Excel. Το Case Power είναι ένα εξειδικευμένο εργαλείο για την κατασκευή υπολογιστικών φύλλων του Microsoft Excel τα οποία μπορούν να αναλυθούν χρησιμοποιώντας το Case Based Reasoning. Μέσα από τα περιορισμένα όρια του Excel, παρέχει τη βασική λειτουργικότητα CBR κυρίως κατάλληλη για αριθμητικές εφαρμογές. Δεδομένα συνόλων μπορούν να παρουσιαστούν ως ιεραρχίες διάταξης που αντιστοιχούν σε αριθμητικές κλίμακες. Ωστόσο για πολύπλοκες, μη αριθμητικές εφαρμογές ένα άλλο εργαλείο CBR θα μπορούσε να είναι πιο κατάλληλο.

Το Case Power χρησιμοποιεί την μέθοδο του κοντινότερου γείτονα ως αλγόριθμο ανάκτησης περιπτώσεων και μειώνει τον χρόνο αναζήτησης, υπολογίζοντας ένα δείκτη για κάθε φορά εκ των προτέρων. Αυτό μπορεί να είναι μια μακρά διαδικασία για μια μεγάλη case-base αλλά μειώνει τον χρόνο ανάκτησης. Το σύστημα περιορίζεται στο να υπολογίζει το δείκτη για τη νέα υπόθεση και να συγκρίνει τους προϋπολογισμένους δείκτες της case-base. Εάν η νέα περίπτωση διατηρηθεί, το υπόλοιπο σύνολο των δεικτών πρέπει να επαναυπολογιστεί. Η προσαρμογή μπορεί να πραγματοποιηθεί χρησιμοποιώντας τους τύπους του Excel και τις μακροεντολές. Ομοίως όλες οι άλλες λειτουργίες του Excel είναι διαθέσιμες, όπως η γραφική παράσταση, η υποβολή εκθέσεων και η δυναμική ανταλλαγή δεδομένων (DDE³) [52, 89].

Καταλληλότητα Εφαρμογής

Το CBR εφαρμόζεται σε δεδομένα μέσω των υπολογιστικών φύλλων του Microsoft Excel

Πλατφόρμα

Για windows 3.x, 95/98 και NT

4.2.5 CBR – Express

CBR – Express, το οποίο παράχθηκε από την Inference Corporation, είναι ίσως το πιο πετυχημένο εργαλείο του CBR μέχρι σήμερα. Το CBR – Express χρησιμοποιείται σε μια συγκεκριμένη αγορά, αυτή των γραφείων βοήθειας (help desks). Το γραφείο βοήθειας υποστήριξης πελατών γίνεται ολοένα και περισσότερο κοινό χαρακτηριστικό γνώρισμα στη δεκαετία του '90, και οι διευθυντές τέτοιων υπηρεσιών αντιμετωπίζουν τα παρόμοια προβλήματα:

- για να είναι χρήσιμο το προσωπικό που επανδρώνει τέτοιους χώρους, θα πρέπει να είναι εκπαιδευμένο και άριστα καταρτισμένο.
- όμως η εκπαίδευση στοιχίζει σε χρόνο και χρήμα.
- η επάνδρωση ενός τέτοιου γραφείου, δεν είναι και η πιο ενδιαφέρουσα για αυτό δημιουργούνται και πολλά κενά.

Η κοινή λογική μας οδηγεί στην σκέψη ότι τα KBS (Knowledge – Based Systems) θα ήταν χρήσιμα. Όμως οι Dearden & Bridge (1993) ανέδειξαν ότι με τον τρόπο αυτό δημιουργούνται και επιπρόσθετα προβλήματα. Τα γραφεία βοήθειας πελατών εξετάζουν συχνά τα τεχνικά ελαττώματα.

Για να εφαρμοστεί ένα πρότυπο βασισμένο στο σύστημα συλλογισμού (MBR) πρέπει να γνωρίζουμε τα ελαττώματα και τις λύσεις τους. Πιθανότατα δεν θα απελευθερώναμε ένα προϊόν το οποίο, ως κατασκευαστές θα θεωρούνταν ελαττωματικό. Κατά συνέπεια, τα help desks πρέπει συχνά να εξετάζουν τα ελαττώματα που οι σχεδιαστές και οι μηχανικοί δεν έχουν προβλέψει και θα μπορούσαν συνεπώς να είναι στην βάση – πρότυπο.

Οι Dearden & Bridge υποστήριξαν ότι εδώ τα συστήματα CBR προσφέρουν μια λύση. Μέσω της εφαρμογής του κύκλου CBR, συμπεριλαμβανομένου της retainment περίπτωσης (δηλ. που μαθαίνει) πρόσφατα προσδιόρισε ότι τα ελαττώματα και οι λύσεις τους μπορούν να προστεθούν ως καινούργιες περιπτώσεις καθώς προκύπτουν (απλούστερος τρόπος από το να προστεθούν νέοι κανόνες). Σαν εργαλείο, το CBR – Express εφαρμόζει τον κύκλο CBR με μεγάλη επιτυχία στα help desks και αυτήν την περίοδο, το βασισμένο στην γνώση λογισμικό γραφείων βοήθειας είναι πρωτοπόρο στην αγορά.

Το CBR – Express αποτελείται από μια απλή δομή περίπτωσης και χρησιμοποιεί την μέθοδο του κοντινότερου γείτονα για να ανακτά περιπτώσεις. Μια απλή περίπτωση όπου το CBR διάγνωσε ελαττώματα σε εκτυπωτές λέιζερ, φαίνεται στο παρακάτω πρόγραμμα. Οι ερευνητές χρησιμοποιώντας την CBR – Express, χρησιμοποιούν μια διεπαφή που διαπραγματεύεται όλα τα προγραμματιστικά στοιχεία μίας περίπτωσης, όπου δημιουργείται και εκδίδεται, για να δίνει αποτελέσματα σε ένα ,συντακτικά, ελεύθερο περιβάλλον που θα επιτρέπει σε ανθρώπους, χωρίς προηγούμενη προγραμματιστική εμπειρία, να αναπτύσσουν βάσεις περιπτώσεων.

BEGIN CASE CASE1

TITLE

Ink cartridge is damaged, causing black stains.

DESCRIPTION

Stains appear as small, round, black dots that occur on front or back of page.

Sometimes wide inconsistent stains appear.

QUESTIONS

Are you having print quality problems?

ANSWER : Yes

SCORING : (-)

What does the print quality look like?...

ANSWER : Black Stains

SCORING : (default)

Does cleaning the printer with cleaning paper remove problem?

ANSWER : No

SCORING : (default)

ACTIONS

Check toner cartridge and replace if it is low in toner or damaged.

BROWSE TEXT

CREATION 29/7/91 14:19:22

LAST_UPDATE 29/7/91 14:19:22

LAST_USED 29/7/91 14:19:22

STATUS ACTIVE

END CASE

Εικόνα 1: Πρόγραμμα CBR – Express σε αντιμετώπιση προβλήματος ελαττωματικού εκτυπωτή

Ένα κύριο χαρακτηριστικό της CBR – Express είναι η δυνατότητα του να χειριστεί ένα κείμενο χωρίς κάποια συγκεκριμένη διάταξη ή μορφή. Και αυτό το προνόμιο θεωρείται ζωτικής σημασίας για την αγορά των γραφείων βοήθειας καθώς αφήνει τους πελάτες να περιγράψουν το πρόβλημα που αντιμετωπίζουν με δικά τους λόγια και δεν τους υποχρεώνει να διαλέξουν εκφράσεις από ένα στυλ ερωτοαπαντήσεων μέσω ενός δένδρου αποφάσεων.

Το CBR – Express αγνοεί λέξεις όπως: *και, ή, εγώ, εκεί*, κ.τ.λ., μπορεί όμως να χρησιμοποιεί συνώνυμες λέξεις και να τις παρουσιάζει ως σύνολα *trigram*². Η χρήση των trigrams στην CBR – Express σημαίνει ότι είναι πολύ ανεκτική στα ορθογραφικά λάθη καθώς και στα λάθη δακτυλογράφησης όπως είναι οι μεταθέσεις γραμμάτων. Τα trigrams για τις λέξεις *cartridge* και *cartridgeg* θα μοιάζουν πάρα πολύ. Παρόλο που προκύπτουν προφανή προβλήματα με αυτήν την λεξικολογική προσέγγιση είναι εν τούτοις εκπληκτικά ισχυρό και πολύ χρήσιμο για την αγορά που αφορά την CBR – Express.

Η CBR – Express, εξετάζει την είσοδο ενός κειμένου που έχει εισάγει ο χρήστης, χωρίς καμία δομή, διάταξη ή μορφή και το ταιριάζει ενάντια περιπτώσεων, τίτλων ή και περιγραφών. Αυτό οδηγεί στην ανάκτηση ενός συνόλου περιπτώσεων. Ένας κατάλογος

ταξινομημένων λύσεων με τις τιμές πιθανότητας παράγεται από τις περιπτώσεις και προσφέρονται στο χρήστη μαζί με ένα σύνολο ερωτήσεων. Οι απαντήσεις σε αυτό το σύνολο ερωτήσεων, βοηθούν στο να στενέψουν τον αριθμό περιπτώσεων που εμφανίζονται και τελικά να οδηγήσουν σε μια ακριβέστερη λύση, η οποία παρουσιάζεται στον χρήστη.

Σε περίπτωση που λύση δεν επιτυγχάνεται ή δεν είναι ικανοποιητική, η CBR – Express κλείνει τον κύκλο του CBR χρησιμοποιώντας την έννοια της εκκρεμούς περίπτωσης. Ο administrator της case-base μπορεί όμως στη συνέχεια να ανακαλύψει την λύση της περίπτωσης αυτής και έτσι, τροποποιώντας την εκκρεμή περίπτωση να δημιουργήσει μία καινούργια περίπτωση.

Εν κατακλείδι, η CBR – Express είναι εξαιρετικά καλοταίριασμένη στις εφαρμογές των γραφείων βοήθειας και έχει χρησιμοποιηθεί επίσης επιτυχώς για την ευφυή βοήθεια στόχου, τα συστήματα πρόσβασης πληροφοριών και την έκδοση γνώσης. Είναι πολύ εύκολο στη χρήση, αξιόπιστο, ανά πάσα ώρα εν αναμονή στο δίκτυο και ξεχωριστό για τον ευφυή τρόπο που χειρίζεται τα κείμενα του. Η έκδοση του CBR – Express ήταν η CBR – Express Developers Kit version 1.2 R1 για το λειτουργικό των Windows [87].

Καταλληλότητα εφαρμογής

Γραφεία βοήθειας, εξυπηρέτηση πελατών, επίλυση τεχνικών προβλημάτων, διάγνωση, επιλογή προϊόντων

Πλατφόρμα

Αναπτύχθηκε σε Windows 95/98 και NT, ενώ μπορεί να απορροφηθεί από άλλες πλατφόρμες, ενώ και μια διαδικτυακή έκδοση είναι διαθέσιμη.

4.2.6 CBR2 (CBR Express, CasePoint, Generator & Tester)

Κατασκευάστηκε από την Inference Corporation. Η CBR2 οικογένεια είναι σίγουρα από τα πιο επιτυχημένα προϊόντα του Case Based Reasoning μέχρι σήμερα με πάνω από 500,000 άδειες να πωλούνται παγκοσμίως. Η CBR2 είναι προσαρμοσμένη για την αγορά όσων αφορά την υποστήριξη για τα γραφεία εξυπηρέτησης πελατών.

Η οικογένεια εργαλείων CBR2 έχουν ακόλουθους ρόλους:

- Η CBR Eexpress είναι μια εξέλιξη ή ένα περιβάλλον συγγραφής για τις περιπτώσεις, το οποίο διαθέτει επίσης και ένα μοντέλο παρακολούθησης κλήσης πελάτη.
- Το Case Point είναι μια μηχανή αναζήτησης για σχεσιακές βάσεις που αναπτύχθηκαν χρησιμοποιώντας του CBR Express.
- Το Generator είναι ένα εργαλείο που αυτοματοποιεί την δημιουργία των σχεσιακών βάσεων από τα σεντ του MS Word ή τα αρχεία ASCII.
- Το Tester είναι ένα εργαλείο που παρέχει μια σειρά από μετρήσεις τα προγραμματιστών των σχεσιακών βάσεων που χρησιμοποιούν την CBR2.

Η CBR2 χρησιμοποιεί μια απλή περίπτωση δομής αρχείων. Οι περιπτώσεις περιλαμβάνουν ένα τίτλο, μια περιγραφή, ένα σύνολο σταθμισμένων περιπτώσεων (αποτελεσματική τιμή : χαρακτηριστικά ζεύγη) και ένα σύνολο δράσεων. Οι περιπτώσεις μπορούν να αποθηκευτούν σε σχεδόν κάθε ιδιόκτητη μορφή βάσης δεδομένων, παρόλα αυτά η μορφή βάσης δεδομένων *Raima* παρέχεται ως η προεπιλεγμένη.

Το CBR2 είναι δομημένο όσον αφορά το δίκτυο και η σχεσιακή βάση (ή βάσεις) μπορούν να μοιραστούν μεταξύ του δικτύου ενός οργανισμού. Χρησιμοποιεί την ανάκτηση περιπτώσεων με τον αλγόριθμο του κοντινότερου γείτονα, αντιστοιχώντας αρχικά σε ανακτημένες περιπτώσεις, ταιριάζοντας ένα ερώτημα ελεύθερου κειμένου ενός χρήστη, κατά τον τίτλο και τις περιγραφές περιπτώσεων στην βάση. Βασικό χαρακτηριστικό της CBR2 είναι η ικανότητα του να μπορεί να διαχειριστεί ελεύθερα κείμενα. Αυτό θεωρήθηκε ότι ήταν ζωτικής σημασίας για την αγορά των γραφείων εξυπηρέτησης, δεδομένου ότι επιτρέπει στους πελάτες να περιγράφουν τα προβλήματά τους με δικά τους λόγια και όχι να λαμβάνονται μέσα από αποφάσεις τύπου δέντρου ερωτήσεων και απαντήσεων. Το CBR2 αγνοεί λέξεις όπως: και, ή, εγώ, εκεί, κλπ., μπορεί να χρησιμοποιήσει συνώνυμα, και να αντιπροσωπεύει λόγια ως ένα σύνολο τρίγραμμα². Η χρήση των αρκτικόλεξων σημαίνει ότι CBR2 είναι πολύ ανεκτική στα ορθογραφικά και τα τυπογραφικά λάθη, όπως η μετάθεση των γραμμάτων μίας λέξης. βέβαια, οι όμοιες λέξεις θα έχουν ως παράγωγα και κάποια όμοια τρίγραμμα, και αυτό σημαίνει ότι δημιουργούνται και τα ανάλογα προβλήματα. Ωστόσο με αυτήν την λεξιλογική προσέγγιση, το CBR2, είναι εκπληκτικά ισχυρό και πολύ χρήσιμο για την αγορά του.

Αφότου ανακτάται ένα αρχικό σύνολο σχετικών περιπτώσεων, με χρήση της ταύτισης των κειμένων, κατόπιν μετατρέπεται σε οδηγό καθοδήγησης καθώς οι ερωτήσεις γίνονται για να επικεντρωθεί στην ανάκτηση περιπτώσεων. Οι προγραμματιστές για την ανάπτυξη του CBR2, χρησιμοποιούν μία διεπαφή (CBR-Express) που εξετάζει όλα τα στοιχεία του προγραμματισμού για την δημιουργία μίας περίπτωσης και εκδίδει αποτελέσματα σε ένα ελεύθερο συντακτικά περιβάλλον που αφήνει τον χρήστη, ο οποίος δεν κατέχει καμία προγραμματιστική γνώση ή εμπειρία, να κατασκευάζει γρήγορα σχεσιακές βάσεις. Η διεπαφή της CBR Express κατασκευάζεται χρησιμοποιώντας την έκδοση *Asymetrix ToolBook 1.5*, και οι προγραμματιστές με την έκδοση δημιουργίας *ToolBook* μπορούν να έχουν πρόσβαση στον πηγαίο κώδικα της διεπαφής για να την προσαρμόσουν. Εντούτοις είναι μια διεργασία μη ανάκτησης και πρέπει να επιχειρείται μόνο από πεπειραμένους *ToolBook* προγραμματιστές. Διαφορετικά υπάρχει πραγματικός κίνδυνος συμβατότητας της λειτουργίας του συστήματος (αυτό ισχύει και για το εργαλείο *KATE* το οποίο θα αναφερθεί και αναλυθεί παρακάτω).

Κατά την διάρκεια ανάκτησης μέσω CBR2, εξετάζεται η εισαγωγή του ελεύθερου κειμένου του χρήστη και συγκρίνεται με τους τίτλους και τις περιγραφές των υπαρχόντων περιπτώσεων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ανάκτησης ενός συνόλου περιπτώσεων. Μία λίστα με ταξινομημένες λύσεις με τις τιμές πιθανότητας παράγεται από τις περιπτώσεις και στο χρήστη προσφέρονται αυτές μαζί με ένα σύνολο ερωτήσεων. Οι απαντήσεις στις ερωτήσεις αυτές μπορούν να μειώσουν τον αριθμό των περιπτώσεων που ταυτίζονται, οδηγώντας έτσι σε μια ακριβέστερη λύση, η οποία παρουσιάζεται στο χρήστη. Σε περίπτωση μη επίλυσης (Η CBR2 έχει κατώτατο όριο αξιών) ή εάν η λύση δεν είναι ικανοποιητική, ο κύκλος του CBR κλείνει με την περίπτωση να ονομάζεται ως εκκρεμείς (Το *Case 1* έχει δανειστεί αυτόν τον όρο από το CBR2). Μία εκκρεμείς περίπτωση σώζεται με ολόκληρο το ιστορικό των διαβουλεύσεων, έτσι ώστε αργότερα ο διαχειριστής της βάσης να μπορεί να ανακαλύψει την λύση της περίπτωσης αυτής, να τροποποιήσει την περίπτωση καθώς και να δημιουργήσει μια καινούργια.

Αν χρειαστεί να ενσωματωθεί το CBR2 είναι προφανώς αποδοτικότερο να χρησιμοποιηθεί το *CasePoint* ως εφαρμογή κεντρικών υπολογιστών *DDE* (είναι επίσης

διαθέσιμο και ως DDL). Το CasePoint υπερτερεί του CBR Express από άποψη χρόνου. Μία κριτική όσον αφορά τον αλγόριθμο του κοντινότερου γείτονα είναι ότι εάν οι σχεσιακές βάσεις είναι μεγάλες και οι περιπτώσεις έχουν πολλά χαρακτηριστικά, τότε δεν μπορούμε να μιλάμε για μια αποδοτική διαδικασία. Εντούτοις, ο αλγόριθμος ταύτισης που χρησιμοποιεί το CasePoint είναι εξαιρετικά ταχύς. Το CasePoint υποστηρίζει την χρήση ενός αρχείου - κανόνα όπου προσδιορίζει λέξεις κλειδιά μέσα στο κείμενο του ερωτήματος και αυτόματα απαντά σε ορισμένες ερωτήσεις. Μπορεί επίσης να ορίσει και ερωτήσεις έτσι ώστε να διακρίνει καλύτερα μεταξύ των περιπτώσεων που τίθενται υπό εξέταση [52].

4.2.7 Eclipse - The easy Reasoner

Το Eclipse από τις επιχειρήσεις Haley είναι παρόμοιο με το εργαλείο λογισμικού ART. Για την ακρίβεια είναι η εξέλιξη της. Γραμμένο σε γλώσσα προγραμματισμού LISP⁹, όπου αναδιατάχθηκε σε γλώσσα C από την NASA, εισάγοντας στο public domain με το CLIPS¹⁰ λογισμικό. Στα τέλη της δεκαετίας του '80, ο Paul Haley, ανέπτυξε ένα νέο λογισμικό σαν το ART, με γλώσσα προγραμματισμού συμβατή με την CLIPS. Αυτό μετατράπηκε στο Eclipse. Τα προσφερόμενα αντικείμενα είναι πλήρως συμβατά με τα αντικείμενα C++, και βελτιστοποιημένη χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο Rete¹¹. Παρέχει την τεχνική του κοντινότερου γείτονα και την επαγωγική ανάκτηση των αρχείων σε μια βάση δεδομένων. Μόλις ανακτηθούν τα αρχεία μπορούν να βεβαιωθούν ως αντικείμενα του eclipse για την προσαρμογή από τον κανόνα - βάσης του. Το eclipse υποστηρίζει τη συνηθισμένη σειρά των μεταβλητών τύπων και προσφέρει περίπου τις ίδιες δυνατότητες διαχείρισης κειμένου όπως το ART (δηλαδή που αγνοεί τις λέξεις θορύβου και που χρησιμοποιεί trigrams για να αντιμετωπίσει τα ορθογραφικά λάθη). Επίσης, χρησιμοποιεί την κύρια ρίζα για να ταυτοποιήσει μία λέξη, για παράδειγμα ότι μαγνητικά και μαγνητικός είναι παράγωγα του μαγνήτη [52, 87].

Καταλληλότητα εφαρμογής:

Σε γραφεία βοήθειας, υποστήριξη πελατών, troubleshooting¹², σύνθετη διάγνωση, ανάκτηση δεδομένων και άλλες εφαρμογές του CBR.

Πλατφόρμα:

Αναπτύσσεται σε λογισμικό Windows 3.1, 95/98, και κάποιες εκδόσεις από το UNIX.

4.2.8 ESTEEM

Το ESTEEM, από την ESTEEM Software Inc., αρχικά είχε γραφτεί σε Intellicorp's Kappa-PC. Από την έκδοση 1.4, η οποία γράφτηκε σε γλώσσα προγραμματισμού C++ και έχει την δική της συμπερασματική μέθοδο, επιτρέποντας στους προγραμματιστές να δημιουργήσουν κανόνες προσαρμογής. Υποστηρίζει τις ιεραρχικές περιπτώσεις που βοηθά να μειωθεί η αναζήτηση. Επίσης υποστηρίζει εφαρμογές που έχουν πρόσβαση σε πολλαπλές σχεσιακές βάσεις και εμφωλευμένες περιπτώσεις. Αυτό σημαίνει ότι μία σχεσιακή βάση μπορεί να παραπέμψει σε μία άλλη, μέσω ενός attribute μίας περίπτωσης. Το ESTEEM

παρέχει επίσης τον έλεγχο της επαγωγικής διαδικασίας (ID3) μέσω του υπολογισμού χαρακτηριστικών γνωρισμάτων, σταθμισμένος υπολογισμός χαρακτηριστικών γνωρισμάτων, προκύπτουν υπολογισμός. Ο αλγόριθμος του κοντινότερου γείτονα επίσης υποστηρίζεται.

Οι υπεύθυνοι των διεπαφών περιλαμβάνουν πέντε απλούς συντάκτες που καθορίζουν τις περιπτώσεις, προσαρμόζουν την αξιολόγηση της ομοιότητας και την ανάκτηση, καθορίζουν τους κανόνες προσαρμογής, εισάγουν τα στοιχεία από τα αρχεία ASCII των βάσεων δεδομένων, και δημιουργούν απλές διεπαφές βασισμένες σε μια φόρμα. Η έκδοση 1.4 υποστηρίζει τα πολυμέσα ως τύπο χαρακτηριστικών γνωρισμάτων και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως κεντρικός υπολογιστής DDE κρατών μελών για την ενσωμάτωση εφαρμογής.

Ο πηγαίος κώδικας Kappa – Pc (KAL) είναι διαθέσιμος από το ESTEEM και αφήνει τους προγραμματιστές να ενσωματώνουν την λειτουργία του CBR μέσα στο περιβάλλον Kappa.

Επιπλέον, ο κώδικας Kappa – PC μπορεί να εξαχθεί και ως κώδικας C και να μεταγλωττιστεί (με έναν C compiler) σε ένα μόνο .exe αρχείο [52, 89].

Καταλληλότητα εφαρμογής

Γραφεία βοήθειας, υποστήριξη πελατών, επίλυση τεχνικών προβλημάτων, διάγνωση και άλλες εφαρμογές του CBR.

Πλατφόρμα

Αναπτύχθηκε σε windows 3.1, 95/98 και NT.

4.2.9 KATE

Το KATE, που αναπτύχθηκε από την Acknosoft στο Παρίσι, αποτελείται από ένα σύνολο εργαλείων αποκαλούμενο μερικές φορές CASECRAFT (δηλαδή KATE-INDUCTION, KATE-CBR, KATE-EDITOR και KATE-RUNTIME τα οποία θα αναλυθούν παρακάτω). Η ανάπτυξη πρέπει να γίνεται σε περιβάλλον windows (όπως και τα τμήματα διεπαφών αναπτύσσονται με ToolBook) αλλά μπορεί να επεκταθεί, σε Mac και Sun.

- KATE-INDUCTION είναι ένα ID3 βασισμένο σύστημα επαγωγής που υποστηρίζει την αντιπροσώπευση αντικειμένων των περιπτώσεων. Οι περιπτώσεις μπορούν να εισαχθούν από πολλές βάσεις δεδομένων και υπολογιστικά φύλλα. Ο αλγόριθμος επαγωγής είναι αρκετά ανεκτικός ως προς την απώλεια των δεδομένων ενώ μπορεί να χρησιμοποιήσει και το γνωστικό υπόβαθρο. Η ανάκτηση χρησιμοποιεί δέντρα που παράγονται από τον αλγόριθμο επαγωγής και είναι εξαιρετικά γρήγορη.
- KATE-CBR είναι το συστατικό του αλγορίθμου του κοντινότερου γείτονα της ακολουθίας. Οι χρήστες μπορούν να προσαρμόσουν όμοιες αξιολογήσεις και δεδομένου ότι υποστηρίζει την ίδια σειρά ιεραρχίας με την KATE-INDUCTION, οι δυο τεχνικές μπορούν να συνδυαστούν.
- KATE-EDITOR είναι ένα σύνολο από C DLL που είναι ενσωματωμένο με ένα ToolBook για να διαμορφώσει μια εξατομικευμένη διεπαφή υπεύθυνων για την

ανάπτυξη. Ειδικότερα, οι εύκολες μορφές μπορούν να αναπτυχθούν για να βοηθήσουν την είσοδο περίπτωσης.

- KATE-RUNTIME είναι ένα άλλο σύνολο χρηστικών διεπαφών που μπορεί να προσαρμοστεί με ToolBook για να παραδώσει μία εφαρμογή. Το KATE μπορεί επίσης να παραδοθεί ως ενσωματωμένος κώδικας C.

Τα εργαλεία KATE είναι ένα ισχυρό σύνολο, καλά ενσωματωμένων εργαλείων CBR. Η ανάκτηση γίνεται ιδιαίτερα γρήγορα (ακόμα και με μεγάλες σχεσιακές βάσεις) και μπορεί να τροποποιηθεί από πεπειραμένους προγραμματιστές. Το KATE είναι ένα από τα λίγα εργαλεία που περιλαμβάνουν αυτόματες ρουτίνες ελέγχου [52, 89].

Καταλληλότητα εφαρμογής

Τεχνική υποστήριξη και e-commerce με εστίαση σε λύσεις βασισμένες στο διαδίκτυο.

Πλατφόρμα

Αναπτύχθηκε σε windows 3.1, 95/98, NT, Sun Solaris και Linux

4.2.10 Recall

Το ReCall είναι το σήμα κατατεθέν του CBR της Isoft AI με έδρα το Παρίσι. Το εργαλείο αυτό προσφέρει ένα συνδυασμό ανάκτησης, του αλγορίθμου του κοντινότερου γείτονα και της επαγωγής. Το Recall κωδικοποιείται με C++ και είναι διαθέσιμο σε περιβάλλον Windows από 3.1 και μετά, και σε UNIX με επεκτάσεις : SUN, IBM RS6000, BULL DPX20, HP series 700, και DEC Alpha. Είναι σχεδιασμένο με ελεύθερη αρχιτεκτονική, επιτρέποντας έτσι στους χρήστες να προσθέσουν την λειτουργία του CBR ανάλογα με τις εφαρμογές τους.

Το ReCall παρουσιάζει μια αντικειμενοστραφή γλώσσα με ταξινόμηση, τους μηχανισμούς κληρονομικότητας και πολλαπλής κληρονομικότητας, όλες τις ιδιότητες και τις σχέσεις μεταξύ αντικειμένων (οι μεμονωμένες περιπτώσεις αντιμετωπίζονται ως παραδείγματα). Αυτό επιτρέπει στους χρήστες να διευκρινίσουν πολύπλοκη γνώση με έναν δομημένο αλλά επιμορφωτικό τρόπο, και να περιγράψει περιπτώσεις που έχουν αβέβαιες ή ημιτελείς περιγραφές εφόσον τα χαρακτηριστικά μπορούν να κληρονομηθούν. Το ReCall παρέχει πολλαπλούς ιεραρχικούς δείκτες που χρησιμοποιούνται για λόγους οργάνωσης και για την αποδοτική ανάκτηση περιπτώσεων. Επίσης παρέχει διαφορετικές μεθόδους για αυτόματη ανάλυση της σχεσιακής βάσης που προβλέπει στην επιλογή των δεικτών καθώς επίσης και στην οργάνωση τους. Εντούτοις, οι πεπειραμένοι προγραμματιστές μπορούν να επιβάλουν την δική τους οργάνωση. Οι αυτοματοποιημένες διαδικασίες είναι βασισμένες σε επαγωγικές τεχνικές. Λαμβάνουν υπόψη την γνωστική περιοχή, που καθορίζεται από τις περιπτώσεις, και βοηθούν τους χρήστες να αναπτύξουν τις εφαρμογές αμφίδρομα. Συναρτήσεις ομοιότητας λαμβάνουν υπόψη και τις ιδιότητες και τις τιμές των περιγραφέων, καθώς επίσης και τις δομικές διαφορές μεταξύ των περιπτώσεων. Το ReCall χρησιμοποιεί μια παραλλαγή του αλγορίθμου του κοντινότερου γείτονα που βελτιώνει τους υπολογισμούς ομοιότητας.

Το ReCall υποστηρίζει δύο διαφορετικούς μηχανισμούς προσαρμογής: ένα προεπιλεγμένο μηχανισμό προσαρμογής, βασισμένο στην κυριότητα ψήφου και καθορισμένους από τον χρήστη κανόνες προσαρμογής. Δεδομένου ότι το Recall είναι βασισμένο σε C++, οι εξωτερικές κλήσεις συναρτήσεων μπορούν να παρέχουν πιο σύνθετη

προσαρμογή. Επίσης, το ReCall μπορεί να διασυνδεθεί με εξωτερικές μεταφορές, ιδίως με σχεσιακές βάσεις και δεδομένου ότι είναι διαθέσιμο ως βιβλιοθήκη C++, η λειτουργία του CBR μπορεί να ενσωματωθεί με άλλες εφαρμογές. Μέσω της χρήσης των συντακτών που ειδικεύονται στα γραφικά, ο προγραμματιστής μπορεί να καθορίσει αντικείμενα, σχέσεις μεταξύ αντικειμένων, ταξινομήσεων και κανόνων προσαρμογής. Η δένδρική σύνταξη, επιτρέπει στον χρήστη να αλληλεπιδράσει άμεσα στην οργάνωση περιπτώσεων προκειμένου να ελεγχθούν και να τροποποιήσουν τους δείκτες. Δουλεύοντας σε δικαιώματα απλού χρήστη, επιτρέπει την σύνταξη κανόνων προσαρμογής ενώ δουλεύοντας με δικαιώματα διαχειριστή, επιτρέπονται μετατροπές στην γλώσσα.

Η ISoft ελευθέρωσε πρόσφατα ένα προϊόν αποκαλούμενο AC² που χρησιμοποιεί την περίπτωση αντιπροσώπευσης και επαγωγής του ReCall για εξαγωγή δεδομένων [52, 87].

Πλατφόρμα

Αναπτύχθηκε σε Windows και σε UNIX με επεκτάσεις : SUN, IBM RS6000, BULL DPX20, HP series 700, και DEC Alpha.

4.2.11 ReMind

Το ReMind, παράχθηκε από την Cognitive Systems Inc. Αναπτύχθηκε με την υποστήριξη του αμερικάνικου προγράμματος DARPA¹³. Αρχικά αναπτύχθηκε για τους Macintosh υπολογιστές, γνωστοί ως Mac, αργότερα και για MS – Windows αλλά και για διάφορες εφαρμογές του UNIX. Είναι διαθέσιμο ως βιβλιοθήκη της C, ώστε να ενσωματώνεται σε άλλες εφαρμογές, και ως διαδραστικό περιβάλλον ανάπτυξης. Προσφέρει την τεχνική του κοντινότερου γείτονα, την επαγωγική και την επαγωγική ανάκτηση μέσω καθοδηγημένης γνώσης. Η ανάκτηση προτύπων υποστηρίζει απλά queries (ερωτήματα) τύπου SQL, επιστρέφοντας όλες τις περιπτώσεις που εμπίπτουν στις καθορισμένες παραμέτρους. Στην τεχνική του κοντινότερου γείτονα, η ανάκτηση ενημερώνεται από τους συντελεστές που έχει ορίσει ως σημαντικούς ο χρήστης όπου μπορούν να τοποθετηθούν σε χαρακτηριστικά μιας υπόθεσης. Η επαγωγική ανάκτηση βασίζεται στη δημιουργία ενός δένδρου αποφάσεων που αναπροσαρμόζει τις περιπτώσεις. Αυτό μπορεί να γίνει αυτόματα από το ReMind χωρίς την επέμβαση του χρήστη ή ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει ένα ποιοτικό μοντέλο για την καθοδήγηση του αλγόριθμου επαγωγής [52, 87].

Καταλληλότητα εφαρμογής

Επίλυση τεχνικών προβλημάτων, σύνθετη διάγνωση, εξαγωγή δεδομένων και άλλες CBR εφαρμογές

Πλατφόρμα

Αναπτύχθηκε σε Macintosh, Windows 3.x, 95, NT, και ίναι επίσης διαθέσιμο ως C βιβλιοθήκη που ενσωματώνεται.

4.2.12 S₃-Case

Το S₃-Case είναι μέρος του περιβάλλοντος της γερμανικής εταιρείας, TechInno's S₃ για την διατήρηση συστημάτων που τρέχει σε συστήματα PC, MAC, OS/2 και μερικές πλατφόρμες UNIX. Γραμμένο σε γλώσσα SMALLTALK, υποστηρίζει ένα αντικειμενοστραφές πρότυπο με ανάκτηση επαγωγής (ID3) και αυτή του κοντινότερου γείτονα και προσαρμογή μέσω συμπερασματικής μηχανής. Οι κανόνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν, για να συντομεύσει το διάστημα πριν την ανάκτηση. Μια απλή διεπαφή χρήστη μπορεί να προσαρμοστεί με σκοπό να ανταποκριθεί στις ανάγκες των χρηστών. Οι πειραμαμένοι προγραμματιστές πάνω στην SMALLTALK μπορούν να ενσωματώσουν ή και να επεκτείνουν την λειτουργία της S₃-Case.

Καταλληλότητα εφαρμογής

Επίλυση τεχνικών προβλημάτων, σύνθετη διάγνωση, εξαγωγή δεδομένων, και άλλες CBR εφαρμογές. Εν μέρει επίλυση e-commerce.

Πλατφόρμα

Αναπτύχθηκε σε Windows NT, 95/98, OS/2, Apple Macintosh, Unix Systems of SUN, HP, SNI, SGI & Digital Alpha με Unix ή Windows NT. Μια διαδικτυακή έκδοση είναι επίσης διαθέσιμη on-line [52].

Παρακάτω, θα παρατεθεί ένας πίνακας με τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά για κάθε εργαλείο, δηλαδή την εταιρεία ανάπτυξης, την πλατφόρμα, την αντιπροσώπευση, την ανάκτηση, την προσαρμογή, την διεπαφή, την τιμή (στις περισσότερες εφαρμογές) καθώς και κάποιες επιπλέον παρατηρήσεις, ο οποίος στην συνέχεια θα αναλυθεί συγκρίνοντας τα εργαλεία μεταξύ τους. Ας τον δούμε

Προϊόν	Εταιρεία	Πλατφόρμα	Αντιπροσώπωση	Ανάκτηση	Προσαρμογή	Διεπαφή	Λοιπά Σχόλια	Τιμή
ART* Enterprise	<i>Inference Corp.</i>	Μια ευρεία ποικιλία για PC, workstation, DEC, IBM HP και περιβάλλοντα κεντρικού υπολογιστή	Κατ'αξία ζεύγη συμπεριφορών που υποστηρίζουν μια μεγάλη έκταση μεταβλητών αριθμών	Κοντινότερος γείτονας αλλά μπορεί να διευρυνθεί χρησιμοποιώντας το προγραμματιστικό περιβάλλον του ART	Συναρτήσεις, κανόνες και άλλες τεχνικές βασισμένες στη γνώση	Πλήρη χαρακτηριστικά GUI Builder	Άριστη ολοκλήρωση στοιχείων με τις περισσότερες DBMS και εκδόσεις ελέγχου	\$12,000
Case-I	<i>Astea International</i>	PC Windows	Εγγραφές κατά επίπεδα που υποστηρίζουν κείμενο και σταθμισμένες ερωτήσεις	Κοντινότερος γείτονας και καθοδηγημένη γνώση επαγωγής	Κανένα χαρακτηριστικό γνώρισμα προσαρμογής	Οι διεπαφές δεν προσαρμόζονται	Σχεδιασμένη για τα γραφεία βοήθειας με την έκδοση 1.0 να αναπτύσσεται τώρα	\$\$
Case Point	<i>Inference Corp.</i>	PC Windows 95/98 και NT	Τρέχει περιπτώσεις μόνο από την βάση	Κοντινότερος γείτονας	Ο αλγόριθμος ταυτοποίησης που χρησιμοποιεί το CasePoint είναι εξαιρετικά γρήγορος.	Οι χρήστες δεν μπορούν να αναπτύξουν ή να εισάγουν περιπτώσεις	Σχεδιάστηκε για γραφεία βοήθειας αλλά μπορεί να αποδώσει λύσεις για ένα ευρύτερο φάσμα διαγνωστικών ή προβλημάτων ταξινόμησης με λογικό κόστος.	\$\$

Case Power	<i>Inductive Solutions Inc.</i>	PC Windows, Mac OS/2	MS Excel, λογιστικά φύλλα με διάταξη συμβόλων κατά ιεραρχία και εμφωλευμένες περιπτώσεις	Κοντινότερος γείτονας	Μέσω συναρτήσεων VExcel και macros	Διεπαφή Excel	Το Excel πρέπει να έχει ήδη αγοραστεί προκειμένου να χρησιμοποιηθεί	Λιγότερο από \$1000
CBR2	<i>Inference Corp.</i>	PC Windows και έκδοση MVS	Εγγραφές κατά επίπεδα που υποστηρίζουν κείμενο και σταθμισμένες ερωτήσεις	Κοντινότερος γείτονας και καθοδηγημένη γνώση επαγωγής	Κανένα χαρακτηριστικό γνώρισμα προσαρμογής	Διεπαφή ToolBook του CBR – Express που προσαρμόζεται	Χρόνος εκτέλεσης μηχανισμός ελέγχου και μοντέλα γεννητριών είναι επίσης διαθέσιμα	\$10,000
Eclipse	<i>The Haley Enterprise</i>	Κάθε ASCII C περιβάλλον	Κατ' αξία ζευγάρια συμπεριφορών μεγάλης έκτασης μεταβλητών τύπων	Κοντινότερος γείτονας	Συναρτήσεις, κανόνες και άλλες τεχνικές βασισμένες στη γνώση	Καμία διεπαφή δεν προσφέρεται μόνο ως βιβλιοθήκη C	Αυτό το προϊόν είναι πολύ γρήγορο	\$\$
ESTEEM	<i>Esteem Software Inc.</i>	PC Windows UNIX/X Motif	Οι περιπτώσεις μπορούν να διαταχθούν ιεραρχικά και μπορούν να εμφωλευτούν	Κοντινότερος γείτονας και επαγωγική ανάκτηση (ID3)	Συναρτήσεις και κανόνες	GUI Builder	Τώρα υποστηρίζει την πρόσβαση σε DB και πολυμέσα	\$495
KATE	<i>AcknoSoft</i>	PC Windows & UNIX	Περιπτώσεις βάση ιεραρχίες	Κοντινότερος γείτονας και επαγωγή (ID3)	-	Διεπαφή ToolBook που προσαρμόζεται	Διαθέσιμο και ως ενσωματωμένη C βιβλιοθήκη	\$\$
ReCall	<i>ISoft</i>	PC Windows & UNIX	Ιεραρχικές περιπτώσεις με δικαίωμα σχέσεων	Κοντινότερος γείτονας και επαγωγή	demons	Γραφικό περιβάλλον ανάπτυξης	Διαθέσιμο και ως ενσωματωμένη C++ βιβλιοθήκη	\$9,000

ReMind	<i>Cognitive Systems Inc.</i>	PC Windows Mac & UNIX	Εμφωλευμένες περιπτώσεις με τα σύμβολα διατεταγμένα κατά ιεραρχία	Κοντινότερος γείτονας, επαγωγή (CART) και ανάκτηση προτύπων	Τύποι	Διεπαφή ανάπτυξης που προσαρμόζεται	Διαθέσιμο και ως ενσωματωμένη C βιβλιοθήκη	\$6,000
S3-Case	tecInno GmbH	PC Windows Mac & UNIX	Αντικειμενοστραφείς ιεραρχικές περιπτώσεις	Κοντινότερος γείτονας και επαγωγή (ID3)	Κανόνες	Προσαρμοζόμενη διεπαφή	Σύνταξη σε SMALLTALK	\$\$

Εικόνα 2 : Αναθεώρηση CBR Εργαλείων

Όλα τα εργαλεία που περιγράφονται ανωτέρω διαφέρουν σημαντικά. Το σύνολο των εργαλείων του CBR ξεχωρίζει για την ωριμότητα και την ευρωστία τους και είναι συνίσταται ιδιαίτερα για τα γραφεία υποστήριξης πελατών (η προοριζόμενη αγορά τους). Εντούτοις, πέρα από αυτό τον τομέα εφαρμογής, είναι περιορισμένο. Οι ίδιοι περιορισμοί ισχύουν και για το Case 1 όπου είναι λιγότερο ώριμο. Από τα ισχυρότερα εργαλεία, το ESTEEM, έχει καλές λειτουργικές προδιαγραφές και έχει και σχετικά προσιτή τιμή. Το ReMind είναι ένα ισχυρό και εύκαμπτο εργαλείο, αξιοσημείωτο για τα χαρακτηριστικά του γνωρίσματα, όπως τα Q-Models και τους οπτικούς τύπους εφαρμογής. Πολλά από τα εργαλεία που αναθεωρούνται (π.χ Eclipse, KATE, ReCall, και ReMind) είναι διαθέσιμα ως βιβλιοθήκες C και μπορούν να ενσωματωθούν. Εντούτοις, αυτό είναι δυνατό μόνο για τους πεπειραμένους προγραμματιστές. Η χρήση των πρωτοκόλλων επικοινωνίας, όπως το DDE, είναι ευπρόσδεκτα, εφόσον μπορούν να χρησιμοποιηθούν ευκολότερα από χρήστες με λιγότερη εμπειρία (π.χ Case Power, CBR2 και ESTEEM). Τα περισσότερα από τα εργαλεία που αναθεωρούνται, ικανοποιούν το απαραίτητο σύνολο χαρακτηριστικών γνωρισμάτων. Εντούτοις, κανένας δεν ικανοποιεί πλήρως όλα τα επιθυμητά χαρακτηριστικά γνωρίσματα. Το CBR2 είναι το μόνο προϊόν που παίρνει τις μετρήσεις των σχεσιακών βάσεων σοβαρά, μέσω των δοκιμαστικών ελέγχων. Επίσης και το ReMind προσφέρει κάποια στατιστικά για τις βάσεις, και το KATE εκτελεί μερικές αυτόματες δοκιμές. Πολλά από τα εργαλεία προσφέρουν δεδομένα ολοκλήρωσης, όμως το ART*Enterprise προσφέρει την καλύτερη ολοκλήρωση στοιχείων μαζί με άριστες εγκαταστάσεις προσαρμογής μέσω της ισχυρής γνωσιακής αντιπροσώπευσης και το περιβάλλον προγραμματισμού.

4.3 Αντικειμενοστραφή Πλαίσια του Case Based Reasoning

Τα περισσότερα από τα εργαλεία του CBR που παρουσιάζονται σε επιστημονικές μελέτες, στοχεύουν στην παροχή των εφαρμογών προγραμματιστικής διεπαφής (Application Programming Interfaces¹⁴ ή συντομογραφικά APIs)) όπου με την σειρά τους, παρέχουν ένα σύνολο συναρτήσεων όπου ασχολούνται με την μεθοδολογία και τους αλγόριθμους του CBR. Μπορούν να βοηθήσουν τους προγραμματιστές να ενσωματώσουν αυτά τα API για την ανάπτυξη της εφαρμογής τους. Συνήθως αυτά τα APIs μπορούν να επεκταθούν από τον προγραμματιστή, να τροποποιήσουν τους παρεχόμενους αλγόριθμους. Ωστόσο, κανένα από αυτά τα εργαλεία δεν είναι σχεδιασμένο να παρέχει ένα ανοικτό περιβάλλον ανάπτυξης όπου θα οδηγεί τους χρήστες σε ένα πιο ομοιόμορφο εργαλείο, όσων αφορά το επίπεδο του σχεδιασμού.

Η έννοια του αντικειμενοστραφή framework (πλαισίου) εισάγεται στα τέλη της δεκαετίας του '80 και έχει οριστεί ως ένα σύνολο κλάσεων όπου ενσωματώνει ένα αφηρημένο σχέδιο για λύσεις σε μια οικογένεια προβλημάτων που συνδέονται και υποστηρίζει τη επαναχρησιμοποίηση σε μεγαλύτερες υποδιαιρέσεις από τις κλάσεις [57,58].

Στόχος του framework είναι να καταγράψει ένα σύνολο εννοιών που σχετίζονται σε ένα τομέα και τον τρόπο που αλληλεπιδρούν. Επιπλέον το πλαίσιο είναι υπό έλεγχο ενός μέρους της δραστηριότητας του προγράμματος και καλεί συγκεκριμένο κώδικα εφαρμογής από την δεσμευτική δυναμική μέθοδο. Το framework μπορεί να θεωρηθεί ως μια ελλιπής εφαρμογή όπου ο χρήστης το μόνο που έχει να κάνει είναι να προσδιορίσει κάποιες κλάσεις για να ολοκληρώσει την κατασκευή της εφαρμογής.

Τα frameworks επιτρέπουν την επαναχρησιμοποίηση και του κώδικα και του σχεδιασμού, για μια κλάση προβλημάτων, δίνοντας έτσι την δυνατότητα σε αρχάριους ή μη ειδικούς να γράψουν σύνθετες εφαρμογές γρήγορα. Επίσης επιτρέπουν την ανάπτυξη πρωτοτύπων που θα μπορούσε να επεκταθεί περαιτέρω, όσων αφορά την ειδικότητα ή την

σύνθεση. Μόλις κατανοηθεί πλήρως ένα framework, θα μπορεί να εφαρμοστεί σε ένα ευρύ φάσμα του τομέα, και μπορεί να ενισχυθεί με την προσθήκη νέων στοιχείων. Πριν την εξερεύνηση των CBR frameworks, υπάρχουν μερικά σημεία του framework που πρέπει να αντιμετωπιστούν [59]:

- Οι χρήστες πρέπει να γνωρίζουν ποιό framework μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Επίσης θα πρέπει να καταλαβαίνουν πότε η εφαρμογή μπορεί να αναπτυχθεί βάση του framework του οποίου έχουν επιλέξει.
- Η χαρτογράφηση εννοιών του πεδίου εισαγωγής και των κλάσεων του framework, θα πρέπει να μελετηθεί πολύ καλά, για να αποφευχθεί ή έμμεση αντιστοίχιση μεταξύ οντοτήτων τομέα και κλάσεων framework.
- Οι χρήστες του framework πρέπει να γνωρίζουν τη συμπεριφορά των στοιχείων εντός του, προκειμένου να προσδιορίσουν την ιεραρχία των κλάσεων όπου θα συμπεριληφθούν εντός του σχεδίου της εφαρμογής.
- Οι χρήστες πρέπει να μελετήσουν πολύ προσεκτικά την επικοινωνία μεταξύ των κλάσεων του framework, έτσι ώστε να αποφευχθεί το πρόβλημα της ακεραιότητας του framework.
- Μερικά προβλήματα, όπως η επανάληψη των λειτουργιών και η επέκταση κάποιων μερών του framework, μπορούν να αποφευχθούν με την γνώση της αρχιτεκτονικής του framework.

4.3.1 Εργαλεία CBR σε αντικειμενοστραφή πλαίσια

Παρακάτω, θα αναφερθούν μερικά εργαλεία CBR σε αντικειμενοστραφή framework καθώς επίσης θα αναλυθεί η αρχιτεκτονική τους και πώς η μεθοδολογία του CBR εφαρμόζεται σε κάθε ένα από αυτά.

4.3.1.1 CBR*Tools

Το CBR*Tools είναι ένα αντικειμενοστραφές framework για το CBR το οποίο καθορίζεται από την UML¹⁵ (Unified Modeling Language) και είναι γραμμένο σε γλώσσα προγραμματισμού Java. Προσφέρει μία σειρά αφηρημένων κλάσεων για να μοντελοποιήσει τις απαραίτητες βασικές έννοιες για την ανάπτυξη εφαρμογών που ενσωματώνουν τις τεχνικές του CBR : την περίπτωση, την σχεσιακή βάση, τους δείκτες, τις μετρήσεις ομοιότητας, τον έλεγχο του σκεπτικού. Επίσης διαθέτει ένα σύνολο συγκεκριμένων κλάσεων, το οποίο υλοποιεί πολλές παραδοσιακές μεθόδους (δείκτης κοντινότερου γείτονα, k-d tree δείκτης¹⁶, νευρωνική προσέγγιση που βασίζεται στο ευρετήριο, πρότυπα μετρήσεις ομοιοτήτων). Το CBR*Tools, περιέχει περισσότερες από 220 κλάσεις, που χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: το βασικό πακέτο για τις βασικές λειτουργίες και το χρονικό πακέτο για την ειδική διαχείριση των καταστάσεων συμπεριφοράς. Ο προγραμματισμός μίας νέας εφαρμογής γίνεται εξειδικεύοντας τις υπάρχουσες κλάσεις την συγκέντρωση των αντικειμένων ή χρησιμοποιώντας τις παραμέτρους των υπαρχόντων κλάσεων.

Το CBR*Tools εκπροσωπεί σε κάθε βήμα του CBR, την ανάκτηση, την επαναχρησιμοποίηση, την αναθεώρηση ή την διατήρηση σε ένα διαφορετικό αντικείμενο.

Κάθε κλάση καθορίζει μια αφηρημένη διεπαφή για κάθε βήμα τη συλλογιστική, ενώ η κλάση του υποκειμένου καθορίζει πως να ελέγξει την συλλογιστική.

Τα βήματα των κλάσεων πρέπει να είναι καθοριστικά έτσι ώστε να εφαρμόζεται μια συγκεκριμένη συλλογιστική. Η κλάση του υποκειμένου, επιτρέπει την εφαρμογή διαφόρων μεθόδων ελέγχου της συλλογιστικής.

Προκειμένου να εξασφαλιστεί ότι το βήμα της συλλογιστικής εφαρμογής και τα αντικείμενα είναι συνεπή, παρέχεται η κλάση του υποκειμένου. Το σχήμα που ακολουθεί, δείχνει το διάγραμμα κλάσης του CBR*Tools μοντέλο αντικειμένου [58,60].

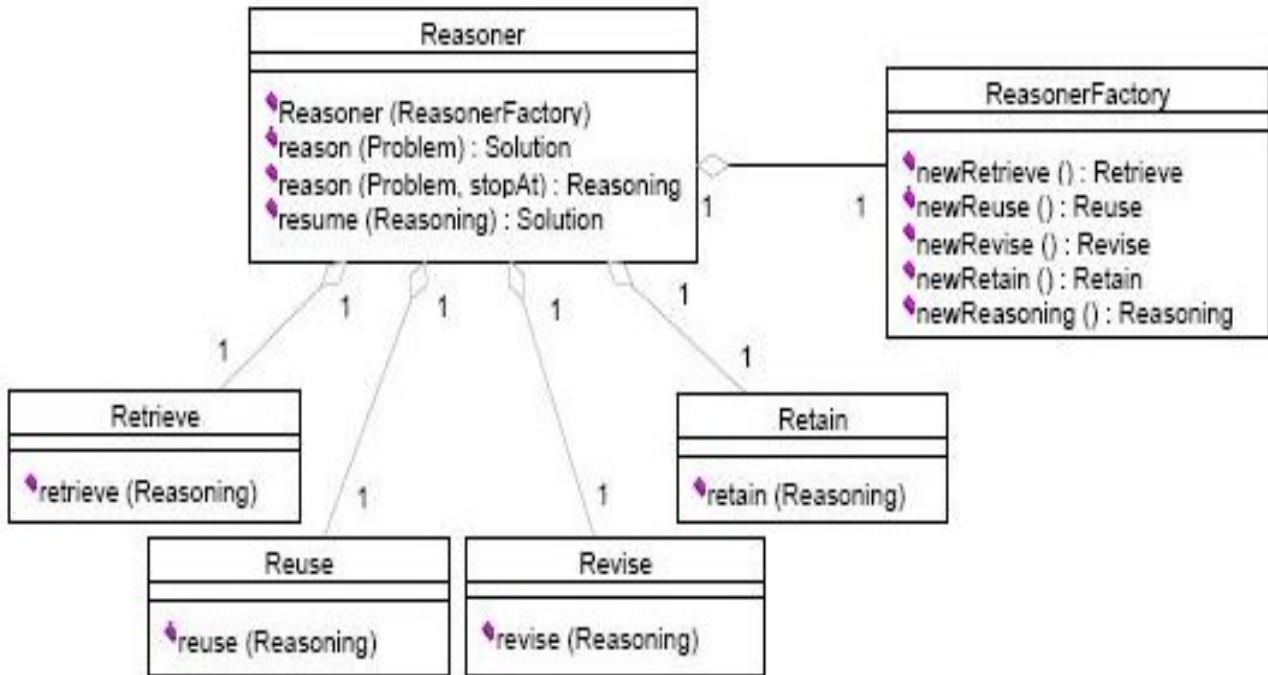


Figure 4: Διάγραμμα κλάσεων CBR*Tools

4.3.1.2 CAT-CBR

Το cat-cbr είναι μια πλατφόρμα που χρησιμοποιεί την βιβλιοθήκη των συνιστώσων του cbr για να καθοδηγήσει τον χρήστη στην ανάπτυξη μιας cbr εφαρμογής. Αυτές οι συνιστώσες περιγράφουν τις διαφορετικές διεργασίες που μπορούν να εμφανιστούν σε ένα σύστημα cbr καθώς και τις μεθόδους επίλυσης προβλημάτων που μπορούν να εφαρμοστούν σε αυτές τις διεργασίες. Η πλατφόρμα αναπτύχθηκε σε Noos πλατφόρμα. Η Noos πλατφόρμα χρησιμοποιεί χαρακτηριστικούς όρους, όπως η αντιπροσώπευση γλώσσας. Επίσης στο cat-cbr χρησιμοποιείται επίσης και η UPML¹⁷ (Universal Problem-solving Methods Language) για να περιγράψει τις CBR συνιστώσες όπου χρησιμοποιήθηκαν εντός του framework. Δυο επίπεδα μπορούν να διαφοροποιηθούν σε μια περιγραφή συστατικών : το επίπεδο προδιαγραφών όπου χρησιμοποιείται η UPML και το επίπεδο λειτουργιών όπου η Noos χρησιμοποιείται.

Το cat-cbr χρησιμοποιεί δύο διαδικασίες για να επιτρέψει στους χρήστες να αναπτύξουν μια cbr εφαρμογή, την διαδικασία διαμόρφωσης όπου εστιάζει στην επιλογή διαφόρων στοιχείων και την σύνδεση τους, προκειμένου να καθοριστεί μία εφαρμογή. Το cat-cbr έχει ένα διαδραστικό εργαλείο όπου οι χρήστες μπορούν να επιλέξουν τα στοιχεία που

χρειάζονται να συμπεριληφθούν σε μία εφαρμογή. Αυτό το εργαλείο είναι δομημένο πάνω σε ένα σύστημα cbr όπου καθοδηγεί και παρέχει υποστήριξη στους χρήστες κατά την διάρκεια της διαδικασίας διαμόρφωσης. Η διαδικασία λειτουργικότητας παίρνει μια εφαρμογή προδιαγραφών και δημιουργεί μία εκτελέσιμη εφαρμογή. Η πλατφόρμα δημιουργεί ένα αρχείο όπου συνδέεται με μεθόδους της Noos, ακολουθώντας την δομή της διάρθρωσης των στοιχείων. Ακολουθεί εικόνα όπου παρουσιάζει την διαδικασία ανάπτυξης ενός CBR συστήματος. Γίνεται σε τρία στάδια : Διαμόρφωση, Ενεργοποίηση και Εκτέλεση.

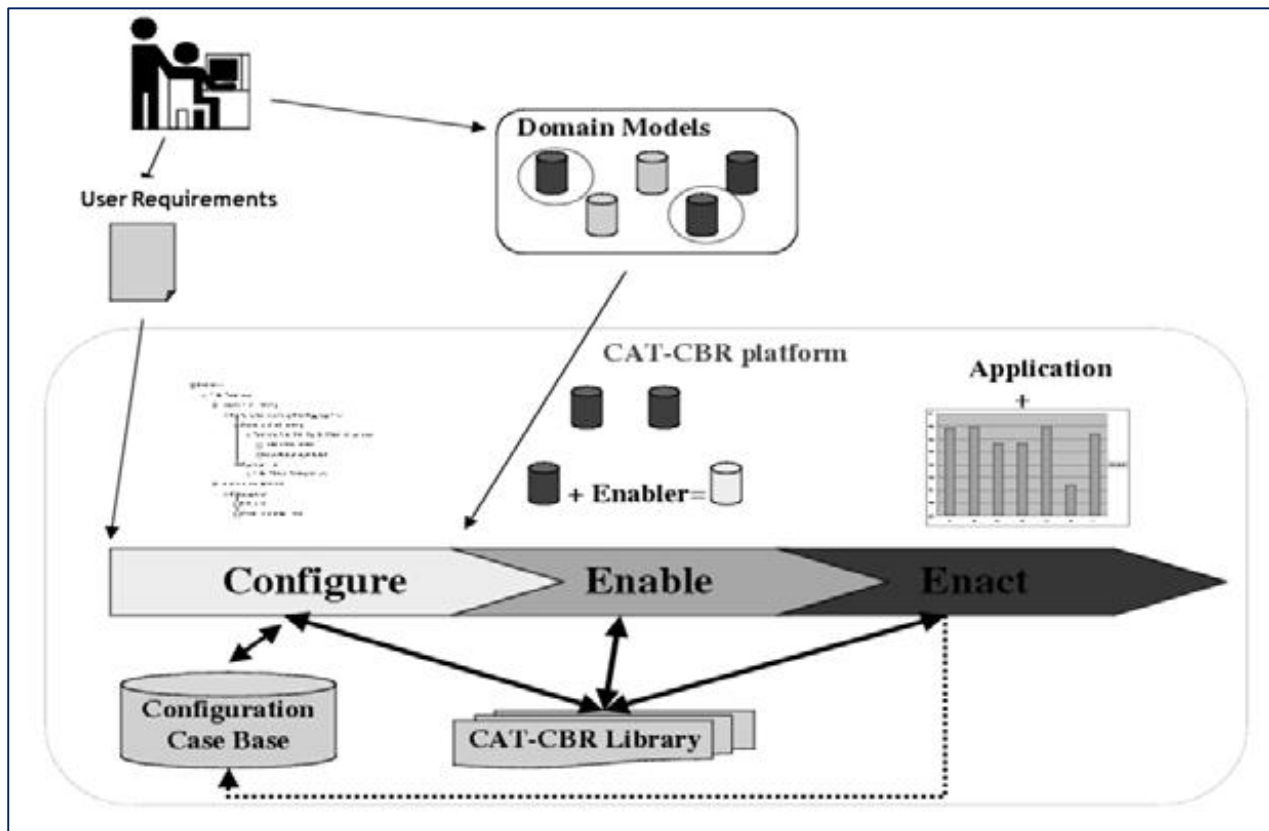


Figure 5: Στάδια ανάπτυξης CBR συστημάτων

Ο στόχος του βήματος διαμόρφωσης είναι να αποφασιστεί ποιά τεχνική θα χρησιμοποιηθεί στο σύστημα του CBR. Μόνο γενικές πληροφορίες σχετικά με το επιθυμητό σύστημα CBR απαιτούνται. Αυτές οι πληροφορίες αφορούν γενικούς στόχους (π.χ. ταξινόμηση) ή χαρακτηριστικά απόδοσης (π.χ. ανοχή θορύβου). Το αποτέλεσμα του βήματος αυτού, είναι ένα διαμορφωμένο CBR σύστημα. Αυτό το σύστημα είναι μια διεργασία μεθόδου διάσπασης των στοιχείων από την βιβλιοθήκη του CAT-CBR. Αυτό το διαμορφωμένο σύστημα καθορίζει επίσης και ποιά μοντέλα θα χρησιμοποιηθούν από κάθε μέθοδο.

Ο στόχος του βήματος Ενεργοποίησης είναι να συνδέσει το διαμορφωμένο σύστημα με συγκεκριμένο domain. Σε αυτό το βήμα ο χρήστης έχει δύο επιλογές. Η πρώτη είναι ότι μπορεί να προσδιορίσει τα συγκεκριμένα μοντέλα όπου η διαμόρφωση χρειάζεται να πραγματοποιηθεί. Δεύτερον, μπορεί να χρησιμοποιήσει μεθόδους για να αποκτήσει αυτά τα μοντέλα που χρειάζεται η διαμόρφωση αλλά προσωρινά δεν είναι διαθέσιμα.

Εκτέλεση: Τέλος στο βήμα αυτό, η διαμόρφωση και τα μοντέλα θα μετατραπούν σε εκτελέσιμο κώδικα. Όπως η πλατφόρμα έχει αναπτυχθεί βάσει του πλαισίου της Noos, ο

προκύπτων κώδικας θα είναι συναρτήσεις σε γλώσσα Lisp. Μόλις η διαμόρφωση γίνει λειτουργική, η εφαρμογή μπορεί να τρέξει ώστε να λύσει νέα προβλήματα [58].

4.3.1.3 JColibri

JColibri: Το πλαίσιο εφαρμογής του εργαλείου αυτού, περιλαμβάνει μια ιεραρχία από Java κλάσεις, μαζί με ένα αριθμό από XML αρχεία. Το πλαίσιο έχει οργανωθεί βάσει τεσσάρων στοιχείων: τις διεργασίες και τις μεθόδους, την σχεσιακή βάση case base, τις περιπτώσεις, και τέλος την μέθοδο επίλυσης προβλημάτων.

Διεργασίες και μέθοδοι: Τα αρχεία XML ανιχνεύουν τις διεργασίες, τις οποίες υποστηρίζει το πλαίσιο και τις μεθόδους επίλυσης τους. Οι διεργασίες είναι τα στοιχεία κλειδιά που αντιπροσωπεύουν την μέθοδο που πρέπει να επιτευχθεί και μπορούν να την προσδιορίσουν με βάση το όνομα και την περιγραφή των XML αρχείων. Οι χρήστες μπορούν να προσθέσουν μια διεργασία στο πλαίσιο οποιαδήποτε στιγμή.

Σχεσιακή Βάση: Το JColibri έχει μια διεπαφή οργάνωσης μνήμης που υποθέτει ότι όλη η σχεσιακή βάση μπορεί να διαβαστεί από την μνήμη για το CBR ώστε να δουλέψει μαζί του. Αυτό βεβαίως δεν είναι εφικτό για βάσεις μεγάλου μεγέθους. Το JColibri εφάρμοσε μια νέα διεπαφή που επιτρέπει στις ανακτώμενες περιπτώσεις να ικανοποιήσουν ένα SQL ερώτημα (query).

Ένα δεύτερο επίπεδο της case base είναι μια δομή δεδομένων, η οποία θα οργανώνει τις περιπτώσεις μετά που θα φορτωθούν στην μνήμη. Η προσέγγιση δυο επιπέδων είναι και επίσημα αρκετή ώστε να επιτρέπει διαφορετικές στρατηγικές για την ανάκτηση περιπτώσεων.

Περιπτώσεις: Το JColibri αντιπροσωπεύει περιπτώσεις με πολύ απλό τρόπο. Κάθε περίπτωση είναι μεμονωμένη με ένα αριθμό από σχέσεις με άλλες περιπτώσεις. Το πλαίσιο υποστηρίζεται από διαφορετικούς τύπους μεταβλητών, οι οποίοι καθορίζουν κάθε απλή σχέση.

Μέθοδοι επίλυσης περιπτώσεων: Το εργαλείο αυτό ασχολείται με την μεθοδολογία του CBR ως εξής:

- **Ανάκτηση:** Η κύρια εστίαση των μεθόδων σε αυτή την κατηγορία είναι να βρεθούν ομοιότητες μεταξύ των περιπτώσεων. Η συνάρτηση ομοιότητας μπορεί να παραμετροποιηθεί μέσω της διαμόρφωσης του συστήματος.
- **Επαναχρησιμοποίηση:** Παρέχεται ένα ολοκληρωμένο σχέδιο που η βάση και η υποδοχή βάση της προσαρμογής μπορούν να συνδεθούν.
- **Αναθεώρηση:** Δεν υποστηρίζεται από το framework του εργαλείου.
- **Διατήρηση:** Η διαδικασία ενημέρωσης της σχεσιακής βάσης είναι βασισμένη εξ' ολοκλήρου στην εκτέλεση της [61,62,63]

Κεφάλαιο 5

5 Τομείς που χρησιμοποιείται το CBR

5.1 Εφαρμογές όπου το CBR είναι απαραίτητο

Το CBR ανταποκρίνεται καλύτερα, σε προβλήματα που μπορεί να επιλύσει, δίνοντας παραδείγματα. Είναι πιο εύκολο να εφαρμοστεί όταν υπάρχει μια βάση δεδομένων με προηγούμενες περιπτώσεις, αλλά μπορεί να είναι και πολύ περίπλοκο για μερικά παραδείγματα όμως, επίσης.

Περιοχές εφαρμογών όπου το CBR έχει αποδειχθεί ότι υπερέχει είναι:

1.Τηλεφωνικά κέντρα/γραφεία βοήθειας: Αυτό είναι ένας άριστος τομέας της εφαρμογής για CBR. Δεδομένου ότι οι ειδικοί δεύτερης γενιάς με την προηγμένη πείρα προσθέτουν τις πρόσφατα λυμένες περιπτώσεις στη βάση δεδομένων, είναι άμεσα διαθέσιμη στους λιγότερο πεπειραμένους ειδικούς.

2.Προγραμματισμός, σχεδιασμός, και συγκέντρωση: Ένας λογαριασμός των υλικών και του προϋπολογισμού δαπανών μπορεί να παραχθεί με το ταίριασμα ενός νέου συνόλου προδιαγραφών στα προηγούμενα προγράμματα που ήταν παρόμοια.

3.Διάγνωση: Ένα σύνολο συμπτωμάτων αντιστοιχείται ενάντια στα γνωστά παραδείγματα. Η διάγνωση περιλαμβάνει τα ελαττώματα μηχανών και τις αποκλίσεις διαδικασίας, καθώς επίσης και τις ιατρικές εφαρμογές.

4.Νομικός συλλογισμός: Ο νομικός συλλογισμός είναι βασισμένος στο προηγούμενο. Το CBR χρησιμοποιεί τις προηγούμενες περιπτώσεις στην ενίσχυση την πρόσβαση και την επίδειξη σε αυτών των προηγούμενων [20].

5.2 Το CBR και η τεχνητή νοημοσύνη: Πως συνδυάζονται και τι προβλήματα δημιουργούνται;

Το γεγονός ότι οι άνθρωποι χρησιμοποιούν το CBR, κεντρίζει το ενδιαφέρον και σε άλλους τομείς, όπως είναι η τεχνολογία ΑΙ. Στις αρχές του '90, εμφανίστηκε ως μια ενδιαφέρουσα εναλλακτική λύση από τα συστήματα βασισμένα σε κανόνες, που ήδη είχαν ξεπεράσει τα όρια τους. Στα συστήματα βασισμένα σε κανόνες είναι δύσκολο να διατηρηθεί η συνοχή της βάσης καθώς προστίθενται νέοι κανόνες. Το CBR αντιπαρατίθεται σε αυτό: προσθέτει νέες περιπτώσεις στην βάση, ικανοποιώντας μια από τις αρχές της λογικής την προσθήκη της γνώσης που δεν ενέχει όμως τον κίνδυνο της να επηρεάσει το σύστημα. Εκείνη την εποχή, μελέτες έδειχναν πως η έρευνα των παραδειγμάτων του CBR, θα μπορούσε να φέρει απαντήσεις σε ορισμένα από τα προβλήματα της ρεαλιστικής προσέγγισης της τεχνητής νοημοσύνης. Από τότε η περίπτωση με βάση το σκεπτικό χρησιμοποιείται για διάφορες εφαρμογές (σχεδιασμό, σύνθεση, διάγνωση, λήψη αποφάσεων, κ.λπ.) και για διάφορους και πολύ διαφορετικούς, μεταξύ τους, τομείς όπως η μαγειρική, η ιατρική, η νομική, η οικολογία, η μηχανική κ.λπ. [62].

Οι άνθρωποι είναι ισχυροί ως προς την επίλυση προβλημάτων, λύνουν συνήθως δύσκολα προβλήματα παρά τις περιορισμένες και αβέβαιες γνώσεις τους, και η απόδοσή τους βελτιώνεται με την εμπειρία. Όλα αυτά τα προτερήματα είναι επιθυμητά για τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης πραγματικού κόσμου. Κατά συνέπεια, είναι φυσικό να τεθεί το ερώτημα πώς το CBR μπορεί να προχωρήσει την ΑΙ τεχνολογία. Οι συζητήσεις αυτού του θέματος έχουν προσδιορίσει πέντε βασικά προβλήματα που μπορούν να βελτιωθούν με την περίπτωση με βάση το σκεπτικό:

1. Απόκτηση γνώσεις: Ένα κλασικό πρόβλημα στα παραδοσιακά βασισμένα στη γνώση συστήματα είναι πώς να καθορίσει τους κανόνες από τους οποίους εξαρτώνται τα συστήματα αυτά. Η διαδικασία απόκτησης κανόνα μπορεί να είναι επίπονη και αναξιόπιστη: μπορεί να είναι δύσκολο να συγκεντρωθούν κανόνες, και δεν υπάρχει καμία βεβαιότητα ότι οι κανόνες αυτοί θα είναι πραγματικά επαρκείς για τον χαρακτηρισμό της απόδοσης των εμπειρογνομόνων. Σε ορισμένους τομείς (domains), οι κανόνες μπορεί να είναι δύσκολο να συναχθούν ή το πλήθος των κανόνων που απαιτούνται μπορεί να είναι πολύ μεγάλο για να διαχειριστεί.

Το CBR καθιστά περιττό το γεγονός να αποσυντεθούν οι εμπειρίες και γενικεύει τα μέρη τους σε κανόνες. Μερικοί τομείς εργασίας είναι ιδιαίτερα φυσικοί για το CBR, με περιπτώσεις που είναι κατάλληλες για το CBR ήδη συλλέγονται στο πλαίσιο του προτύπου της διαδικασίας επίλυσης προβλημάτων. Σε αυτούς τους τομείς, το κόστος της απόκτησης γνώσης για CBR είναι πολύ χαμηλό.

Φυσικά, δεν είναι όλες οι περιοχές, φυσικές περιοχές CBR: οι περιπτώσεις μπορεί να μην είναι διαθέσιμες, ή μπορεί να είναι διαθέσιμες σε δύσκληστες φόρμες (όπως είναι οι περιπτώσεις κειμένων, γραμμένες σε φυσική γλώσσα). Σε αυτές τις καταστάσεις, εφαρμόζοντας το CBR, μπορεί να εξαρτάται από μία σημαντική προσπάθεια «**περιπτώσεις βάσει εφαρμοσμένης μηχανικής**» για να οριοθετήσει τις πληροφορίες που οι περιπτώσεις πρέπει να περιέχουν, για να καθορίσει την αντιπροσώπευση για αυτές τις πληροφορίες και για να τις εξάγει από τα διαθέσιμα στοιχεία. Επιπλέον, εφαρμόζοντας το CBR, απαιτεί την ανάπτυξη κριτηρίων για το ευρετήριο (indexing) και την επανεφαρμογή της σε προγενέστερες περιπτώσεις. Εντούτοις, ακόμα κι αν αυτή η αρχική διαδικασία απαιτεί ιδιαίτερη προσπάθεια, το CBR μπορεί ακόμα να παρέχει τα γενικά οφέλη για την απόκτηση γνώσης. Πρώτον, οι ειδικοί που προσπαθούν συνεχώς για την συγκέντρωση ενός συνόλου κανόνων, είναι συχνά πρόθυμοι να εξιστορήσουν τις περιπτώσεις που αντιμετωπίζουν. Αυτό διευκολύνει την συγκέντρωση στοιχείων για το CBR. Δεύτερον, όπως αναφέρεται και στο επόμενο σημείο, μετά την αρχική υπόθεση, η προσπάθεια για την περίπτωση βάσει μηχανικής, γίνεται συχνά απλά για να αυξήσει και να διατηρήσει τις γνώσεις που χρειάζεται ένα σύστημα CBR.

2. Γνώση συντήρησης: Ορίζοντας μια αρχική βάση γνώσεων είναι γενικά μόνο το πρώτο βήμα για μια επιτυχημένη εφαρμογή ΑΙ. Η αρχική κατανόηση του προβλήματος είναι συχνά ατελής, απαιτώντας τη γνώση του συστήματος για να τελειοποιηθεί. Ομοίως, οι αλλαγές στις απαιτήσεις και τις συνθήκες εργασίας, μπορούν να καταστήσουν τις υπάρχουσες γνώσεις παρωχημένες. Αν η τελειοποίηση της αντιπροσώπευσης περίπτωσης και τα συστήματα εύρεσης (indexing) απαιτούνται ως διεργασίες, όπου γίνονται και καλύτερα κατανοητά, η CBR προσφέρει σημαντικό όφελος για τη συντήρηση της γνώσης: ένας χρήστης μπορεί να είναι σε θέση να προσθέσει ελλείψεις ή ημιτελείς περιπτώσεις στην σχεσιακή βάση, χωρίς την παρέμβαση ειδικού. Επίσης, επειδή τα συστήματα CBR προσφέρουν στοιχειώδη εκπαίδευση, μπορούν να χρησιμοποιούνται μόνο με ένα περιορισμένο σύνολο 'περιπτώσεων τροφοδοσίας', για να αυξηθεί με νέες περιπτώσεις, εάν (και μόνο εάν) η αρχική case base αποδεικνύεται στην πράξη ανεπαρκής. Ένα σύστημα CBR

χρειάζεται απλώς να χειριστεί τα είδη των προβλημάτων που όντως λαμβάνουν χώρα στην πράξη, ενώ τα παραγωγικά συστήματα πρέπει να καλύπτουν όλα τα προβλήματα, αν είναι δυνατόν από την αρχή.

3. Η αύξηση της επίλυσης προβλημάτων απόδοσης: Οι άνθρωποι θέλουν να επιτυγχάνουν μια ικανοποιητική επίλυση των προβλημάτων απόδοσης, παρά το γεγονός ότι τα κοινότοπα προβλήματα στην καθημερινή συλλογιστική, όπως η επεξήγηση και ο σχεδιασμός, είναι NP-hard ¹⁴ [Bylander et al.1991, Chapman1987]. Η επαναχρησιμοποίηση των λύσεων με προτεραιότητα, συμβάλλει στην αύξηση της επίλυσης των προβλημάτων της αποτελεσματικότητας με βάση την προηγούμενη λογική αντί να επαναλάβει προηγούμενη προσπάθεια. Επιπλέον, επειδή η CBR σώζει τις αποτυχημένες λύσεις, όπως και τις επιτυχημένες, μπορεί να προειδοποιήσει για πιθανά προβλήματα προς αποφυγή.

4. Η αύξηση της ποιότητας των λύσεων: Όταν δεν τηρούνται οι αρχές ενός τομέα κατανοητές, οι κανόνες θα είναι ημιτελής. Στην περίπτωση αυτή, οι λύσεις που προτείνονται από τις περιπτώσεις μπορεί να είναι πιο ακριβείς από αυτές που προτείνονται από τους αλυσιδωτούς κανόνες, διότι ορισμένες περιπτώσεις αντικατοπτρίζουν τι πραγματικά συμβαίνει (ή παραλείπουν να συμβεί) σε ένα δεδομένο σύνολο περιστάσεων. Στην ιατρική αιτιολογία, για παράδειγμα, ανεπίσημες μαρτυρίες για συγκεκριμένες περιπτώσεις που υπερβαίνουν την κωδικοποιημένη γνώση, λεγόμενο ως `το-ακόμη-ανοργάνωτο αποδεικτικά στοιχείο στην πρώτη γραμμή της κλινικής ιατρικής"[48].

5. Αποδοχή χρήστη: Ένα βασικό πρόβλημα στην αξιοποίηση επιτυχημένων συστημάτων ΑΙ είναι η αποδοχή του χρήστη: κανένα σύστημα δεν είναι χρήσιμο εάν οι χρήστες του αποδεχθούν τα αποτελέσματά του. Για να εμπιστευθεί τα συμπεράσματα του συστήματος, ο χρήστης μπορεί να χρειαστεί να πειστεί αρχικά ότι προέρχονται μέσω λογικού συλλογισμού. Αυτό είναι ένα πρόβλημα για τις άλλες προσεγγίσεις: τα νευρωνικά συστήματα δικτύου δεν μπορούν να παράσχουν εξηγήσεις για τις αποφάσεις τους, και τα συστήματα βασισμένα σε κανόνες, θα πρέπει να εξηγούν τις αποφάσεις τους με βάση τους κανόνες, τις οποίες ο χρήστης μπορεί να μην κατανοεί πλήρως ή να μην μπορεί να αποδεχθεί. Από την άλλη πλευρά, τα αποτελέσματα των συστημάτων CBR βασίζονται στην πραγματική προτεραιότητα των περιπτώσεων που μπορούν να παρουσιαστούν στον χρήστη έτσι ώστε να παρέχουν αξιόπιστη υποστήριξη για τα συμπεράσματα του συστήματος.

Η επιτυχής χρήση του CBR εξαρτάται από την επίλυση θεμάτων για το πώς να αποκτά, να εκπροσωπεί, να υποδεικνύει, και πώς να προσαρμόζει τις υπάρχουσες περιπτώσεις[50].

5.3 Το CBR και η συμβολή του στον τομέα της υγείας: τεχνικές και εφαρμογές που εφαρμόζονται σε διάφορους κλάδους της ιατρικής.

5.3.1 Για ποιούς λόγους χρησιμοποιείται το cbr στην ιατρική επιστήμη?

Το CBR έχει αποδειχθεί, ότι εφαρμόζεται ιδιαίτερα στην επίλυση προβλημάτων και την υποστήριξη λήψης αποφάσεων στον τομέα της υγείας. Μερικοί από τους λόγους που γίνεται αυτό είναι:

- Η διατήρηση ιστορικού είναι ουσιαστικής σημασίας για την εκπαίδευση σε επαγγέλματα που αφορούν την υγεία.
- Η ιατρική βιβλιογραφία είναι γεμάτη με ανέκδοτες υποθέσεις από θεραπείες μεμονωμένων ασθενών.
- Πολλές ασθένειες δεν είναι καλά κατανοητές για ακολουθηθούν επίσημα μοντέλα ή εφαρμογές με μια ενιαία κατευθυντήρια γραμμή να είναι διαθέσιμες.
- Όταν οι κατευθυντήριες γραμμές είναι διαθέσιμες, παρέχουν ένα γενικό πλαίσιο για να καθοδηγούν τους κλινικούς ιατρούς. Φυσικά και απαιτείται το ανάλογο γνωστικό υπόβαθρο, για την καταγραφή των ιατρικών περιπτώσεων.
- Ένα βιολογικό μοντέλο όπως αυτό του ανθρώπου, είναι πολύ δύσκολο να περιγραφεί από γενικά μοντέλα.
- Ακόμη και σε τομείς που ένα μοντέλο μπορεί να παρουσιάσει την εξέλιξη της νόσου - όπως είναι η υπέρταση ή η καρδιακή νόσος- συχνά πολλές διαγνώσεις αλληλεπιδρούν για να εκδηλωθούν τα συμπτώματα.
- Η αιτιολογία βάσει παραδειγμάτων συνηθίζεται στον τομέα της υγείας.
- Η ιατρική βασίζεται στην εντατική επεξεργασία δεδομένων των πεδίων, όπου είναι ωφέλιμο να αναπτύξει ένα σύστημα ικανό να βασίζει την συλλογιστική του σε προϋπάρχουσες περιπτώσεις από ένα ιατρικό φάκελο για παράδειγμα, ή από περιπτώσεις που εξορύσσονται από τα δεδομένα [61].

5.3.2 Πώς πρωτοεμφανίστηκε το CBR στην ιατρική επιστήμη;

Οι πρώτοι που ασχολήθηκαν με το CBR στην ιατρική, ήταν ο ερευνητής CBR Janet Kolonder και ο ψυχίατρος και ερευνητής στον τομέα της ψυχικής υγείας μέσω υπολογιστή Robert Kolonder.

Μαζί παρουσίασαν το SHRINK, ένα σύστημα CBR που είχε σχεδιαστεί να είναι ένα ψυχιατρικό διαγνωστικό, ικανό να δημιουργήσει συλλογιστική από ένα συνδυασμό περιγραφών και περιπτώσεων έτσι ώστε να οδηγήσει στην διάγνωση και την θεραπεία. Ένα από τα χαρακτηριστικά της εφαρμογής είναι ότι όσο θα αυξανόταν κ μνήμη του με την πρόσθεση νέων περιπτώσεων και την επεξεργασία τους, τόσο θα καλυτέρευε σαν σύστημα-

μαθαίνοντας από τις καταστάσεις επιτυχίας και αποτυχίας αντίστοιχα, όπως το παράδειγμα του CBR.

Παρόλο που το SHRINK δεν ήταν ένα πλήρες σύστημα εφαρμογής, πολλές από τις ιδέες του έχουν από τότε εφαρμοστεί στο MNAOMIA, ένα σύστημα στην διάγνωση βάσει περιπτώσεων και τη θεραπεία για διατροφικές διαταραχές στην ψυχιατρική. Το CASEY ήταν ένα από τα πρώτα συστήματα CBR δομημένο στον τομέα της ιατρικής επιστήμης, το οποίο συνεχίζει μέχρι σήμερα σε εφαρμογές στον τομέα της υγείας. Το PROTOS ήταν ακόμα ένα σύστημα που χρησιμοποιήθηκε, βασισμένο πάντα στο σύστημα του CBR, όπου μπορούσε να διαγνώσει ακουολογικές διαταραχές.

Το PROTOS ενσωμάτωσε την γνώση ενός έμπειρου ωτορινολαρυγγολόγου και περίπου 200 πραγματικών περιπτώσεων ασθενών. Το σύστημα PROTOS εκδόθηκε για την κατασκευή συστημάτων σε άλλους τομείς. Για παράδειγμα, το ProtoISIS, αναπτύχθηκε χρησιμοποιώντας τις ίδιες τεχνικές για να επιλεγεί η καταλληλότερη διαγνωστική απεικόνιση ενός ασθενή [65].

5.3.3 Λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε στην ιατρική

Παρακάτω θα αναφερθούν διάφορα παρόμοια εργαλεία και συστήματα που χρησιμοποιούνται σε διάφορους τομείς της ιατρικής και χρησιμοποιούν το CBR.

- Το MEDIC που χρησιμοποιείται για πνευμονοπάθειες
- Το ALEXIA που καθορίζει την αιτιολογία υπέρτασης σε έναν ασθενή,
- Το FLORERNCE, που βοηθά με την διάγνωση νοσηλείας, την πρόγνωση και την συνταγογράφηση
- Το ROENTGEN, που βοηθά στην σχεδίαση των σχεδίων ακτινοθεραπείας.
- Το MacRad, που βοηθά στην ερμηνεία των ακτινολογικών εξετάσεων.
- Το HPISIS που μπορεί να διαγνώσει εκφυλιστικές ασθένειες του εγκεφάλου μέσω της κατάτμησης της εικόνας της CT και MR εικόνες του εγκεφάλου.
- Το MNAOMIA που όπως προαναφέραμε, υποστηρίζει τη διάγνωση, τη θεραπεία και την έρευνα για ψυχιατρικές και διατροφικές διαταραχές.
- Το ICONS που συμβουλεύει τους γιατρούς σχετικά με την συνταγογράφηση αντιβιοτικών σε ασθενείς με βακτηριακές λοιμώξεις σε μονάδες εντατικής θεραπείας.
- Το CARE-PARTNER που υποστηρίζει την μακροπρόθεσμη παρακολούθηση και φροντίδα των βλαστοκυττάρων ασθενών που θα μεταμοσχευθούν.
- Το Auguste Project που συμβουλεύει τους γιατρούς σχετικά με νευροληπτικά φάρμακα για να κουράρουν ασθενείς που πάσχουν από την νόσο Αλτσχάιμερ με προβλήματα συμπεριφοράς.

- Το CAMP το οποίο καθημερινά σχεδιάζει μενού, για να καλύψει τις διατροφικές ανάγκες ατόμων με περιοριστική λήψη λίπους, χοληστερόλης, νατρίου και άλλων θρεπτικών ουσιών.
- Το T-IDDM υποστηρίζει την διαχείριση των ασθενών με ινσουλινοεξαρτώμενο σακχαρώδη διαβήτη.
- Το Sickle Cell Counselor που διδάσκει στους επισκέπτες των μουσείων για τους κινδύνους που επέρχονται από την δρεπανοκυτταρική αναιμία από τους γονείς, στους απογόνους τους [65].

5.4 Το CBR και η μοριακή βιολογία

5.4.1 Η προσφορά του CBR

Ο τομέας της μοριακής βιολογίας, χαρακτηρίζεται από σημαντικές ποσότητες σύνθετων δεδομένων, πολλούς άγνωστους παράγοντες, την πλήρη έλλειψη θεωρίας και φυσικά την ταχεία εξέλιξη. Τις περισσότερες φορές, συλλογιστική βασίζεται στην εμπειρία και όχι στην γενική γνώση. Οι ειδικοί θυμούνται θετικές εμπειρίες για πιθανή επαναχρησιμοποίηση των λύσεων, ενώ οι αρνητικές εμπειρίες χρησιμοποιούνται για την αποφυγή ανεπιτυχών αποτελεσμάτων.

Παρόμοια με άλλα επιστημονικά πεδία, την επίλυση προβλημάτων στη μοριακή βιολογία μπορούν να επωφεληθούν μέσω συστηματικής διαχείρισης της γνώσης με την χρήση τεχνικών από την ΑΙ. Το CBR εφαρμόζεται σε αυτόν τον τομέα προβλημάτων γιατί

- Υποστηρίζει την υψηλή εκπροσώπηση των εμπειριών – προβλήματα, λύσεις και ανατροφοδότηση
- Προβλέπει αποτελεσματικούς και ευέλικτους τρόπους για την ανάκτηση των περιπτώσεων
- Εφαρμόζει το αναλογικό τρόπο σκέψης, για την επίλυση νέων προβλημάτων [65].

5.4.2 Κρυστάλλωση πρωτεΐνης

Η συμβολή του CBR σε αυτή την εφαρμογή, έχει ως στόχο τον προγραμματισμό για ένα νέο πρόβλημα κρυστάλλωσης πρωτεΐνης. Οι πιθανές επιπτώσεις ενός τέτοιου συστήματος έχουν μεγάλη εμβέλεια ως προς την επιτάχυνση διαδικασίας κρυστάλλωσης που συνεπάγεται αυξημένη γνώση της δομής των πρωτεϊνών, η οποία είναι κρίσιμη για την ιατρική, τον σχεδιασμό των φαρμάκων καθώς και μελέτες ενζύμων αλλά και μια πιο καθολική κατανόηση της θεμελιώδους μοριακής βιολογίας.

Η παραγωγή κρυστάλλωσης πρωτεΐνης, μπορεί να χωριστεί σε δύο φάσεις : αυτή της αναζήτησης και αυτή της βελτιστοποίησης. Οι ,κατά προσέγγιση, συνθήκες κρυστάλλωσης εντοπίζονται κατά την φάση της αναζήτησης, όμως κατά την φάση της βελτιστοποίησης, οι συνθήκες αυτές ποικίλλουν, ώστε τελικά να αποφέρει υψηλής ποιότητας κρύσταλλα.

Η βελτίωση αυτών των φάσεων, μπορεί να οδηγήσει σε ταχύτερο προσδιορισμό της δομής των πρωτεϊνών και της ανάλυσης της συνάρτησης. Ιδανικά, ανακαλύπτοντας τις αρχές της ανάπτυξης των κρυστάλλων, εξαλείφεται η κρυστάλλωση των πρωτεϊνών ως μια δυσχέρεια στη σύγχρονη δομή της βιολογίας.

Η κρυστάλλωση των μακρομορίων είναι κυρίως εμπορική έννοια. Λόγω της μη προβλεψιμότητας και της ταχύτητας της αναπαραγωγής, έχει θεωρηθεί από κάποιους ότι είναι μία τέχνη και όχι επιστήμη [63] ή αλλιώς ‘ακριβή τέχνη και λεπτή επιστήμη’. Μία από τις δυσκολίες στο σχεδιασμό πειραμάτων ανάπτυξης κρυστάλλων είναι ότι «η ιστορία των πειραμάτων δεν είναι γνωστή, επειδή οι καλλιεργητές των κρυστάλλων δεν παρακολουθούν τις παραμέτρους».

Στο τεχνικό μέρος, αποτελείται από μια βάση δεδομένων, την Βιολογική Βάση Δεδομένων Μακρομοριακής Κρυστάλλωσης (Biological Macromolecular Crystallization Database ή συντομογραφικά BMCD) [64], που αποθηκεύει δεδομένα από δημοσιευμένες εργασίες σχετικές με την κρυστάλλωση (θετικά παραδείγματα επιτυχημένων σχεδίων για την ανάπτυξη των κρυστάλλων), συμπεριλαμβανομένου των πληροφοριών σχετικά με το ίδιο το μακρομόριο, την μέθοδο κρυστάλλωσης που χρησιμοποιήθηκε, και τα κρυσταλλικά δεδομένα. Έχουν γίνει πολλές απόπειρες εφαρμογής των στατιστικών και των τεχνικών μηχανικής μάθησης στην βιολογική βάση BMCD. Οι προσπάθειες αυτές περιλαμβάνουν προσεγγίσεις που χρησιμοποιούν την ανάλυση συστάδων, την επαγωγική μάθηση, και την ανάλυση συσχέτισης σε συνδυασμό με την τεχνική Bayesian¹⁹, για την εξαγωγή γνώσης από την βάση δεδομένων. Οι προηγούμενες μελέτες είναι περιορισμένες, επειδή είτε τα αρνητικά αποτελέσματα δεν αναφέρονται στην σχεσιακή βάση, είτε επειδή πολλά πειράματα κρυστάλλωσης δεν μπορούν να αναπαραχθούν, λόγω ελλιπής περιγραφής μεθόδου, ή ελλιπών στοιχείων ή εσφαλμένων στοιχείων. Κατά συνέπεια, η BMCD δεν χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη περιπτώσεων.

Σημαντική εξέλιξη στον τομέα αυτό, έχει προκύψει από την χρήση υψηλής απόδοσης ρομποτικών ρυθμίσεων για την φάση της αναζήτησης της ανάπτυξης των κρυστάλλων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα χιλιάδες πειράματα κρυστάλλωσης, αρχικά να πραγματοποιούνται σε καθημερινή βάση, που απαιτούν την αξιολόγηση των εμπειρογνομώνων που βασίζονται σε οπτικά κριτήρια. Για αυτό τον λόγο το CBR, περιλαμβάνει ένα υποσύστημα ανάλυσης εικόνας που χρησιμοποιείται για να ταξινομήσει αυτόματα τα αρχικά αποτελέσματα στη φάση της αναζήτησης. Αυτή η ταξινόμηση αποτελεί τη βάση για το κριτήριο ομοιότητας του case based reasoning. Ενσωματώνοντας τα εργαλεία ανακάλυψης της γνώσης, επιτυγχάνεται η βελτιστοποίηση και η κατανόηση της διαδικασίας της κρυστάλλωσης πρωτεΐνης.

Ο σχεδιασμός των πειραμάτων της κρυστάλλωσης πρωτεϊνών, ακολουθεί την εξής διαδικασία : Αρχικά συγκρίνεται ο δείκτης καθίζησης της νέας πρωτεΐνης με τους δείκτες καθίζησης όλων των πρωτεϊνών που είναι αποθηκευμένες στην σχεσιακή βάση, χρησιμοποιώντας, τροποποιημένη, την μέθοδο ταύτισης του κοντινότερου γείτονα κατά k. Τα σχέδια κρυστάλλωσης των πρωτεϊνών με παρόμοιο δείκτη καθίζησης, λαμβάνονται υπόψη για τον σχεδιασμό μίας νέας πρωτεΐνης – οι επιτυχημένες κρυσταλλώσεις χρησιμοποιούνται ως θετικές εμπειρίες, όμως οι αποτυχημένες χρησιμοποιούνται για την αποφυγή αρνητικών αποτελεσμάτων στο μέλλον. Ακολουθεί απεικόνιση της όλης διαδικασίας [65].

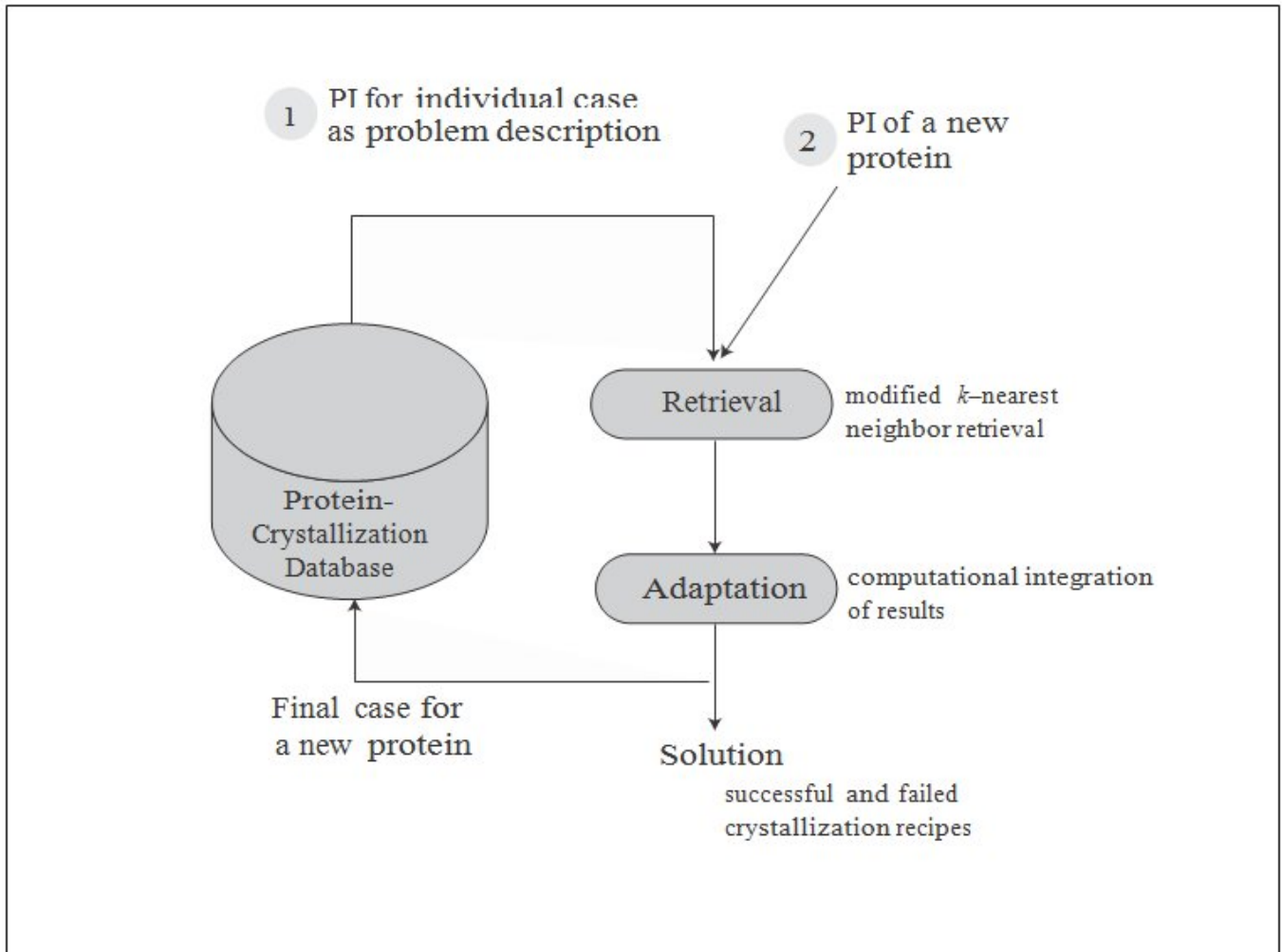


Figure 6: Ο σχεδιασμός του CBR για την κρυστάλλωση πρωτεΐνης

5.4.3 Ακολουθία Ανάλυσης

Οι γραμμικές υποακολουθίες του δεσοξυριβονουκλεϊκό οξύ (DNA) που κωδικοποιούν πρωτεΐνες ονομάζονται γονίδια. Μία σειρά τριών γραμμάτων από το αλφάβητο, το A, το G, το T και το C (αναφέρεται ως κωδικόνιο) των βάσεων από το DNA, κωδικοποιεί 1 από τα 20 αμινοξέα που χρησιμοποιούνται για να σχηματίσουν μια πρωτεΐνη. Ένα από τα βασικά προβλήματα στον τομέα της ανάλυσης ακολουθίας είναι η εξερεύνηση των γονιδίων, στην οποία συνεπάγεται και ο εντοπισμός των σωστών ομάδων των τριάδων νουκλεοτιδίων ώστε να μεταφραστούν στην ακολουθία πρωτεϊνών. Το πρόβλημα περιπλέκεται από τον θόρυβο που μπορεί να υπάρξει στα δεδομένα, ο οποίος προκαλείται από μια αλληλουχία λαθών. Ένας αλγόριθμος εντοπισμού γονιδίων, με βάση το case based reasoning, προτάθηκε από την Jude Shavlik [71]. Σε αυτήν την έρευνα, οι περιπτώσεις αντιστοιχούν σε πλήρη γονίδια και πλήρη πρωτεΐνες που είναι αποθηκευμένες σε υπάρχουσες βιολογικές βάσεις δεδομένων ακολουθιών. Η σύγκριση ομοιοτήτων, χρησιμοποιείται για να εντοπίσει και να ταυτοποιήσει τις περιοχές σε μια ακολουθία DNA που κωδικοποιούν πρωτεΐνες, οι οποίες γίνονται με την

παρουσία σφαλμάτων αλλαγής πλαισίου. Δηλαδή, τα σφάλματα που προκύπτουν από το σπάσιμο των πρωτεϊνών σε τμήματα που καταλήγουν σε διαφορετικά πλαίσια αναγνώρισης. Η προτεινόμενη προσέγγιση περιλαμβάνει ανάλυση μια θορυβώδεις ακολουθίας σε διακριτές περιπτώσεις που μπορεί να συνδυαστεί με τις καταχωρήσεις στην βιβλιοθήκη των περιπτώσεων. Ο αλγόριθμος ανεύρεσης γονιδίων, παράγει πολλαπλές και επιμέρους αντιστοιχίες και στη συνέχεια συνδυάζει ένα υποσύνολο αυτών σε μια συνεκτική, πλήρης περίπτωση.

Ο Aaronson [67] περιγράφει τον τρόπο που οι CBR τεχνικές μπορούν να εφαρμοστούν για να προβλέψουν άγνωστες ρυθμιστικές περιοχές στα γονίδια. Οι βάσεις για τις περιπτώσεις στο σύστημα τους, είναι στιγμιότυπα των γονιδίων που βρέθηκαν στην GENBANK [66], μια πρωταρχική αποθήκη για τα δεδομένα αλληλουχίας των νουκλεϊκών οξέων. Μια μεμονωμένη περίπτωση, αντιστοιχεί σε μια αφαίρεση, πολλών γονιδίων. Η πρόβλεψη των περιοχών επιτυγχάνεται, χρησιμοποιώντας ένα γραμματικό μοντέλο της δομής του γονιδίου. Η εύρεση (indexing) των περιπτώσεων, βασίζεται στην ιεραρχία των ιδιοτήτων που αντιστοιχούν στις πρωτεΐνες και την ομοιότητα των ειδών.

Δύο προσεγγίσεις για την πρόβλεψη προτείνονται:

1. Γραμματική με βάση το CBR, και
2. Ακολουθία με βάση το CBR.

Στη γραμματική, που βασίζεται το CBR, οι περιπτώσεις των γονιδίων, εκπροσωπούνται, με την μορφή των κανόνων γραμματικής, οι οποίοι εφαρμόζονται για να προκαλέσουν τις γραμματικές κλάσεις των γονιδίων. Αυτές στη συνέχεια χρησιμοποιούνται για να προβλέψουν την παρουσία και την θέση των χαρακτηριστικών για μία νέα ακολουθία. Οι ακολουθίες που βασίζονται στο case based reasoning, υποθέτουν ότι αν, υπάρχει ομοιότητα μεταξύ δύο γονιδιακών αλληλουχιών, τότε αυτές οι ακολουθίες γονιδίων θα μπορούσαν να έχουν παρεμφερή χαρακτηριστικά. Ο προσδιορισμός της θέσης ενός προβλεπόμενου χαρακτηριστικού σε μια νέα ακολουθία, καθορίζεται από την ευθυγράμμιση της ακολουθίας με την παρόμοια της. Το σύστημα αξιολογήθηκε από το πόσο καλά ανακάλυπτε χαρακτηριστικά, τα οποία δεν συμπεριλαμβάνονταν στον πίνακα των χαρακτηριστικών. Συμπερασματικά, μας δίνει αποτέλεσμα, ένα ποσοστό από 30 έως 40 τα εκατό επιπλέον δυνατότητες, που άλλα υφιστάμενα εργαλεία εξαγωγής, δεν μπόρεσαν να βρουν.

Παρακινούμενοι από την παρατήρηση του CBR στα πρωτόκολλα 'think – aloud' ²⁰, που πραγματοποιούνται από προγραμματιστές ή έμπειρους χειριστές, οι Kettler και Darden [68], χρησιμοποίησαν τα προηγούμενα πειραματικά σχέδια, που αποθηκεύτηκαν ως περιπτώσεις, μαζί με τον αναλογικό τρόπο σκέψης, για να σχεδιάσουν νέα προγράμματα αλληλουχίας.

Το σχεδιαστικό στοιχείο του συστήματος, αναλαμβάνει να δημιουργήσει τα σχέδια τα οποία είναι οι ακολουθίες των εργαστηριακών και των διαδικασιών ανάλυσης δεδομένων. Ο κύριος στόχος του σχεδίου, είναι να βρεθεί η αλληλουχία αμινοξέων της πρωτεΐνης. Μια περίπτωση στην γνωσιακή βάση αποτυπώνει δύο τύπους εμπειρίας:

1. Επεισόδια αποφάσεων, τα οποία είναι οι διεργασίες οι οποίες επιλέχθηκαν να πραγματοποιηθούν, και
2. Ένα επεισόδιο βάσει πειράματος, το οποίο περιγράφει το πείραμα που εκτελείται ως μια ακολουθία των επεισοδίων αποφάσεων.

Η ανάκτηση των περιπτώσεων στο σύστημα, αποτελείται από ένα απλό αισθητήρα και ένα μέτρο ομοιότητας, που μετράει τον αριθμό των διεργασιών που, με την παρούσα διεργασία παρουσιάζουν ομοιότητες με τις αποθηκευμένες περιπτώσεις. Η προσέγγιση είναι διαδραστική, όπου ο χειριστής παρέχει στο σύστημα πιθανές υποθέσεις [65,69,70].

5.4.4 Προσδιορισμός Δομής Πρωτεΐνης

Η δομή των πρωτεϊνών μπορεί να αναλυθεί σε διάφορα επίπεδα λεπτομέρειας και πολυπλοκότητας. Η πρωτογενής δομή μιας πρωτεΐνης, αντιστοιχεί σε μια διατεταγμένη αλυσίδα από αμινοξέα, ή μια ακολουθία πρωτεΐνης. Η δευτερογενής δομή της, αντιστοιχεί στην τοπική διάπλαση του κορμού της πρωτεΐνης. Η πιο συνηθισμένες δευτερογενείς μορφές είναι η α -έλικα και η β -πτυχωτή. Η τριαδική μορφή, περιγράφει τη μοναδική τρισδιάστατη διάταξη των ατόμων στην πολυεπίπεδη αλυσίδα της πρωτεΐνης. Η τεταρτογενής μορφή, περιγράφει τη συναρμολότητα διαφόρων μεμονωμένων πολυεπίπεδων αλυσίδων και, ως εκ τούτου, ορίζεται μόνο για πολυπεπτίδια πρωτεϊνών.

Ένας τρόπος με τον οποίο ο τριτογενής δομή μιας πρωτεΐνης μπορεί να παρασταθεί είναι μέσω της ϕ και ψ γωνίας για καθένα από τα αμινοξέα στην ακολουθία. Οι Zhang και Waltz [74] περιγράφουν μια μνήμη συστήματος με βάση το σκεπτικό, ώστε να προβλέψουν αυτές τις γωνίες για μια πρωτεΐνη που βασίζεται σε γνωστές δομές. Παρόμοια με την CBR, το σκεπτικό με βάση την μνήμη κάνει χρήση συγκεκριμένων εμπειριών του παρελθόντος για την επίλυση προβλημάτων. Το έργο τους βασίζεται στην προϋπόθεση ότι εάν δυο αμινοξέα έχουν παρόμοιες φυσικές ιδιότητες και συμβαίνουν σε ένα παρόμοιο περιβάλλον, τότε θα πρέπει να έχουν παρόμοια δομή (από την άποψη των ϕ και ψ γωνιών).

Οι Leng, Buchanan και Nicolas [72], ανέπτυξαν μια αρχιτεκτονική CBR για την πρόβλεψη της δευτερογενούς δομής των πρωτεϊνών. Σε αυτήν την έρευνα, θεώρησαν διαφορετικές σταθερές από αυτές που προσδιορίζονται από την βιβλιογραφία της βιολογίας για να προσδιορίζουν παρόμοιες πρωτεΐνες. Από την στιγμή που θα βρεθούν αυτές οι πρωτεΐνες, η προσέγγιση τους περιλαμβάνει την αποσύνθεση της νέας ακολουθίας σε μικρότερα τμήματα. Η ανάκτηση περιπτώσεων χρησιμοποιείται για την κατανομή της δευτερεύουσας δομής με το αντίστοιχο κομμάτι της άγνωστης δομής. Κάθε αμινοξύ με τη σειρά, με την σειρά που έχει εκχωρηθεί μια κατηγορία (α -έλικα, β -κλώνους, ή γ -πηνίο), εφαρμόζοντας ένα σταθμισμένο ποσό που προκύπτει από τα στοιχεία, γνωστά ως δομές.

Το CBR έχει εφαρμοστεί για τον προσδιορισμό της τρισδιάστατης δομής των πρωτεϊνών από κρυσταλλογραφικά δεδομένα. Αυτή η εργασία στον τομέα της μοριακής ανάλυσης του πεδίου της εικόνας, αφορά την αυτοματοποιημένη ανασυγκρότηση και την ερμηνεία των δεδομένων εικόνας σε πρωτεΐνες (με την μορφή ενός τρισδιάστατου χάρτη πυκνότητας ηλεκτρονίων).

Οι περιπτώσεις αντιστοιχούν σε δομές που έχουν καθοριστεί σε προγενέστερο επίπεδο. Ανακαλύπτονται χωρικές και οπτικές έννοιες μιας δομής, οι οποίες χρησιμοποιούνται στην εύρεση περιπτώσεων με την βοήθεια δεικτών (indexing). Οι περιπτώσεις ανακτώνται από την σχεσιακή βάση μέσω μιας διαδικασίας ταύτισης ενός μοτίβου, η οποία συνεπάγεται την σύγκριση των άγνωστων χαρακτηριστικών σε ένα νέο χάρτη πυκνότητας ηλεκτρονίων (που προέρχεται από την διαδικασία κατάτμησης της εικόνας) με μοτίβα από γνωστές δομές. Αυτή η προσέγγιση συνδυάζει μια προσέγγιση ανάλυση εικόνας από πάνω ως κάτω, όπου οι τεχνικές επεξεργασίας εικόνας που εφαρμόζονται για την εξαγωγή χαρακτηριστικών από τους χάρτες, με μία προσέγγιση από πάνω έως κάτω, όπου το CBR χρησιμοποιείται για να προβλέψει, τι μοτίβα είναι πιθανό να εμφανιστούν στην εικόνα [65,73].

5.5 Το CBR και η δικαιοσύνη

Ο πρώτος τρόπος συλλογιστικής, για να ενσωματωθεί επιτυχώς με το CBR ήταν η συλλογιστική βασισμένη σε κανόνες. Τα αρχαιότερα συστήματα CBR/RBR, αναπτύχθηκαν για τον τομέα της δικαιοσύνης, όπου το καταστατικό αντιστοιχεί σε κανόνες και νομικά προηγούμενα, άρα και σε περιπτώσεις[75].

5.5.1 CABARET

Συνδυάζοντας την συλλογιστική βάσει περιπτώσεων και την συλλογιστική βάσει κανόνων έχουμε ως αποτέλεσμα το CABARET (CAse-BAsed REasoning Tool). Το CABARET χρησιμοποιούσε για έλεγχο μια ατζέντα ώστε να μπορεί να ενσωματώνει σε υποθέσεις του παρελθόντος με νομικά προβλήματα στα δεδομένα της φορολογικής νομοθεσίας των Ηνωμένων Πολιτειών. Τα κύρια χαρακτηριστικά της αρχιτεκτονικής του είναι τα εξής:

1. Υπάρχουν δυο συλλογιστικές (CBR και RBR). Η κάθε συλλογιστική μπορεί να λειτουργεί με αυτόνομο τρόπο.
2. Κάθε συλλογιστική έχει μια ειδική διαδικασία ανταπόκρισης που αναφέρει τα τελικά αποτελέσματα του υποκειμένου, καθώς και ορισμένες πτυχές της ενδιάμεσης επεξεργασίας τους.
3. Η διαδικασία ελέγχου χρησιμοποιεί τις παρατηρήσεις των αναφορών και την βιβλιοθήκη του ελέγχου heuristics, για να αποφασίσει πώς το σύστημα στο σύνολο του και την εξατομικευμένη συλλογιστική διαδικασία, μπορεί να συνεχίσει.
4. Ο τελικός στόχος για τον οποίο το σύστημα λειτουργεί (ένα επιχείρημα για μια συγκεκριμένη πλευρά ή μια ουδέτερη εξήγηση) καθορίζεται από τον χρήστη, ως μέρος της αρχικής εισόδου του CABARET.

Οι κανόνες ελέγχου, είναι γραμμένοι στον Έλεγχο Περιγραφής Γλώσσας (Control Description Language ή συντομογραφικά <<CDL>>), όπου παρέχει ένα λεξιλόγιο με το οποίο να μπορούν να εκφράζονται

1. Περιγραφές ελέγχου υψηλότερου επιπέδου που περιγράφουν σε αρκετά υψηλό επίπεδο την κατάσταση ή το αποτέλεσμα είτε της συλλογιστικής βάσει των περιπτώσεων, είτε της συλλογιστικής βάσει των κανόνων, και
2. Διεργασίες για τον έλεγχο που μπορούν να προταθούν για κάθε συλλογιστική [75,76,80].

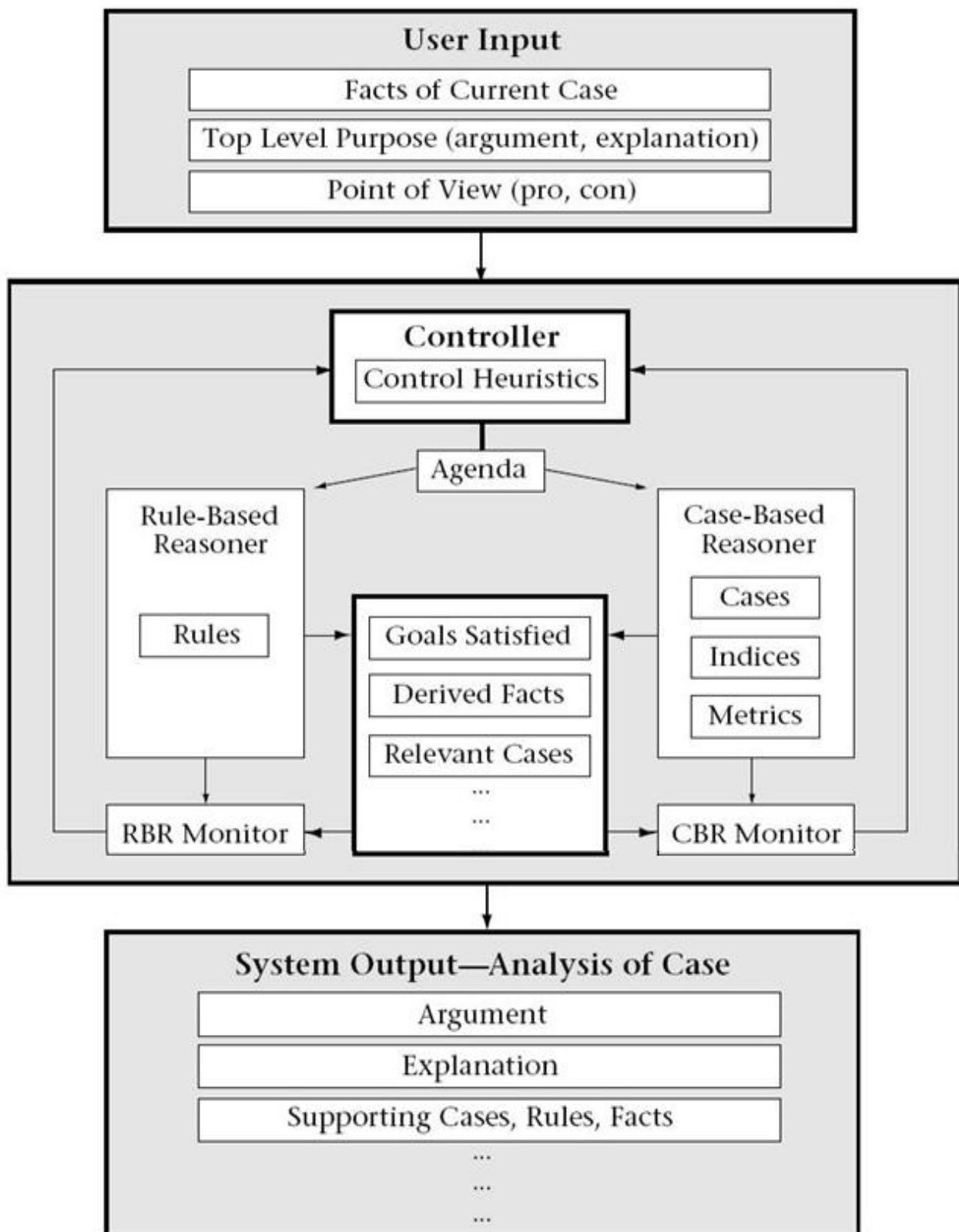


Figure 7: Η αρχιτεκτονική του CABARET

5.5.2 GREBE

Άλλο ένα νομικό σύστημα, το GREBE, συνδυάζει την συλλογιστική βάσει παραδειγμάτων και την συλλογιστική βάσει κανόνων. Χρησιμοποιείται για να προσδιορίσει και να αιτιολογήσει περιπτώσεις εργατικού δικαίου, οι οποίες λαμβάνουν χώρα στην περιοχή του Τέξας [75].

Δίνοντας μια νέα περίπτωση, το GREBE επιχειρεί να εφαρμόσει αναδρομικά τους καταστατικούς κανόνες στα γεγονότα. Όπου δεν προσδιορίζεται περαιτέρω από τους κανόνες και τους νόμους, εκεί ανακτά περιπτώσεις, οι οποίες αναπροσδιορίζονται βάσει όρων, χαρτογραφεί τα γεγονότα και δίνει συνοδευτικές εξηγήσεις από την υπόθεση στα γεγονότα του προβλήματος. Το GREBE σχετίζει το πρόβλημα και την ανακτηθείσα περίπτωση, ως το κλάσμα του αριθμού των μη επιμερισμένων και κοινόχρηστων γεγονότων μεταξύ τους. Επιλέγει τις περιπτώσεις που ταιριάζουν καλύτερα και παράγει μια νομική επιχειρηματολογία κατ' αναλογία, με την επεξεργασία των γεγονότων του προβλημάτων και των επικείμενων περιπτώσεων. Αυτό που αξίζει να αναφερθεί είναι ότι το GREBE, δεν παράγει προβλέψεις για το ποιος θα κερδίσει σε ένα πρόβλημα, αλλά παρουσιάζει τα επιχειρήματα κατ' αναλογία, χαρακτηρίζοντας τα ως ισχυρότερα ή ασθενέστερα, ανάλογα με την ταύτιση των γεγονότων [77].

5.5.3 IKBALS

Το IKBALS (Intelligent Legal Knowledge BAsed Systems) αναπτύχθηκε στο εργαστήριο Έρευνας Βάσης Δεδομένων, Ινστιτούτο Εφαρμοσμένης Πληροφορικής και Έρευνας, του Πανεπιστημίου La Trobe στην Victoria της Αυστραλίας και έχει ως στόχο την ανάπτυξη ευφυών νομικών εργαλείων υποστήριξης.

Το αρχικό πρότυπο IKBALS I ήταν ένα υβριδικό / αντικειμενοστραφή σύστημα βασισμένο σε κανόνες και ανεπτυγμένο στο Goldworks II αντικειμενοστραφή περιβάλλον. Οι απόγονοι του, IKBALS II και IKBALS III, αποσκοπούν σε ολοκληρωμένες συλλογιστικές, με βάση τους κανόνες και με βάση τις περιπτώσεις, καθώς και στην ανάκτηση πληροφοριών με την χρήση ευφυών συστημάτων αλληλεπίδρασης.

Και τα δύο χτίστηκαν χρησιμοποιώντας το NExpert αντικειμενοστραφή σύστημα. Τα IKBALS I και II παρέχουν συμβουλές σχετικά με τις αποζημιώσεις ατυχημάτων και το IKBALS III σχετικά με τους νόμους περί πιστωτικών.

Τα κύρια χαρακτηριστικά του συστήματος IKBALS III είναι:

1. Η χρήση συνεργαζόμενων παραγόντων,
2. Η χρήση μιας εφαρμογής προγραμματισμού διασυνδέσεων για να λειτουργήσει ως γέφυρα μεταξύ των παραγόντων στο σύστημα IKBALS III και την τεχνητή νοημοσύνη του πυρήνα της γνωσιακής βάσης της,
3. Η χρήση ενός ειδικού αλγόριθμου επαγωγής που δημιουργεί τους δείκτες στη σχεσιακή βάση,
4. Η χρήση γενικών πληροφοριών για την συμπλήρωση της διαδικασίας επαγωγής,
5. Μια μέθοδος για την μετατροπή του διαγράμματος αποφάσεων που παράγεται από τον αλγόριθμο επαγωγής σε ποσοτικούς κανόνες βάσει κανόνων,
6. Ο heuristics αλγόριθμος που χρησιμοποιείται για να δικαιολογήσει τις εξηγήσεις,

7. Η ανάπτυξη ερωτήματος που επιτρέπει στους χρήστες να ερευνήσουν τη σχέση μεταξύ των περιπτώσεων και των επιχειρημάτων του συστήματος.

Το IKBALS αναπτύχθηκε περαιτέρω σε ένα δικηγορικό γραφείο και δημιουργήθηκε το CAAS, Credit Act Advisory System. Το CAAS είναι ένα σύστημα βασισμένο σε κανόνες, το οποίο παρέχει συμβουλές σχετικά με τους νόμους των πιστωτικών στην Αυστραλία. Χρησιμοποιεί αντικειμενοστραφή υβριδική συλλογιστική προσέγγιση. Τώρα πλέον είναι σε εμπορική χρήση. Όταν αρχικά δημιουργήθηκε, αναπτύχθηκε στο NExpert αντικειμενοστραφή σύστημα, αργότερα όμως μετατράπηκε σε γλώσσα C++ σε περιβάλλον Windows 3.1. Είναι ένα σύστημα κανόνων παραγωγής, όπου οι κανόνες παραγωγής αποτελούν την γνωσιακή βάση του CAAS. Είναι κανόνες heuristics και παρέχονται μόνο από προγραμματιστές και ειδήμονες από τον Allan Moore [78,79].

5.6 Το CBR και η εκπαίδευση

5.6.1 Ασύγχρονη εκπαίδευση εξ' αποστάσεως

Αρχικά, η σύγχρονη εκπαίδευση εξ' αποστάσεως, φαίνεται να είναι μία από τις πιο ελκυστικές μεθόδους μελέτης. Ο ασύγχρονος τρόπος εκπαίδευσης, συνδυάζει ευέλικτη πρόσβαση, μελέτη τεχνικών χωρίς βοήθεια, και peer-to-peer συνεργασία. Ωστόσο, η χρήση ενός τέτοιου συστήματος μπορεί να έχει μια σειρά από παιδαγωγικά μειονεκτήματα. Η δυσδιάκριτη παρακολούθηση των επιδόσεων των μαθητών και της προόδου τους, η αδυναμία καταγραφής ατομικών μαθησιακών αναγκών, καθώς και η έλλειψη μοντελοποίησης μαθητών, είναι μόνο μερικά από τα πιο συχνά αναφερόμενα μειονεκτήματα.

Αν και το CBR είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιείται κυρίως στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης για να εξερευνήσει μια σειρά από ανθρώπινες γνωστικές συμπεριφορές, όπως η μάθηση, και τεχνικές επίλυσης προβλημάτων με βάση ειδικές περιπτώσεις που αντιμετωπίστηκαν στο παρελθόν, τα θετικά αποτελέσματα χρησιμοποιώντας CBR σε εκπαιδευτικές συνεδρίες είναι ενθαρρυντικά [81].

5.6.2 SYIM

Το SYIM (See Yourself Improve) (έκδοση 1 και 2), είναι ένα ανεξάρτητο εκπαιδευτικό περιβάλλον που έχει ως σκοπό την επίλυση ορισμένων εκπαιδευτικών προβλημάτων, όπως αυτά που αναφέρθηκαν προηγουμένως. Η χρήση των τεχνικών του CBR, ως μέρος του SYIM ver.2, έγινε για την περαιτέρω ενίσχυση της ικανότητας του συστήματος να αντιμετωπίσει κάποια από τα παιδαγωγικά μειονεκτήματα.

Η χρήση του CBR, πιστεύεται ότι παρέχει βοήθεια ευεργετική τόσο σε καθηγητές, όσο και σε φοιτητές. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αυτοματοποιηθεί η διαδικασία των απαντήσεων σε ερωτήσεις των μαθητών, και συμβάλλει στην κατασκευή νέων τρόπων, που θα χρησιμοποιούνται για να συμβουλεύουν τους φοιτητές, πως θα ξεπερνούν συγκεκριμένα προβλήματα απόδοσης. Τέτοιες αυτοματοποιημένες συμβουλές, βασίζονται στην βάση δεδομένων του συστήματος, στις προηγούμενες αρχειοθετημένες περιπτώσεις.

Το SYIM είναι προσβάσιμο μέσω Web και είναι εφαρμόσιμο σε οποιαδήποτε δραστηριότητα εξ' αποστάσεως εκπαίδευσης, ανεξαρτήτου θέματος (domain independent), η οποία περιλαμβάνει την ύπαρξη εκπαιδευτή, εκπαιδευομένων και μιας σειράς εργασιών

αξιολόγησης προόδου (assignments). Αποτελεί έναν περιβάλλον παροχής υπηρεσιών εξατομικευμένης εξ' αποστάσεως εκπαίδευσης και μπορεί να λειτουργήσει και ως περιβάλλον ανάπτυξης μαθησιακών μοντέλων των απομακρυσμένων μαθητών. Ο σκοπός της υλοποίησης του SYIM ήταν :

Ο σκοπός της υλοποίησης του SYIM ήταν :

- i. Να βοηθήσει τον εκπαιδευτή να παρακολουθεί τις εξατομικευμένες μαθησιακές ανάγκες και δυσκολίες (απορίες κλπ) του κάθε εκπαιδευόμενου.
- ii. Να βοηθήσει στη καταγραφή και οργάνωση των οδηγιών από τον εκπαιδευτή προς κάθε έναν από τους εκπαιδευόμενους.
- iii. Να παρέχει στο κάθε εκπαιδευόμενο την αίσθηση της εξατομικευμένης διδασκαλίας, στήριξης και παρακολούθησης προόδου στο πώς να ξεπερνά μαθησιακές δυσκολίες, και να εμβαθύνει.
- iv. Να βοηθάει στον εντοπισμό διδακτικών αδυναμιών.

Στο περιβάλλον του SYIM υπάρχουν ποιοτικές πληροφορίες όπως, απορίες μαθητών (πεδίο Misconception), σχόλια και παρατηρήσεις του εκπαιδευτή (πεδίο How To Improve), αλλά και ποσοτικές πληροφορίες (βαθμολόγια, ιστογράμματα κλπ.) οι οποίες αφορούν την πρόοδο και τη συμμετοχή του εκπαιδευόμενου στην εκπαιδευτική διαδικασία. Καταγράφοντας αυτές τις πληροφορίες οι διαδικασίες αλληλεπίδρασης και επίβλεψης ενισχύονται και συστηματοποιούνται. Οι πληροφορίες αυτές είναι διαθέσιμες τόσο στον εκπαιδευτή όσο και στον εκπαιδευόμενο μέσα από μία ατομική καρτέλα προόδου η οποία ενημερώνεται δυναμικά μέσα από το περιβάλλον του Web.

Η υλοποίηση του SYIM περιλαμβάνει τρία διαφορετικά επίπεδα ανάλογα με τη βαθμίδα που ανήκει ο χρήστης. Κάθε επίπεδο εκτελεί διαφορετικές διεργασίες προσαρμοσμένες στις ανάγκες και τα δικαιώματα που έχει ο χρήστης κάθε βαθμίδας. Οι διεργασίες αυτές ανά επίπεδο, σε σύντομη περιγραφή είναι:

a. *Περιβάλλον εκπαιδευτή*, η χρήση του οποίου επιτρέπει στο διδάσκων να προβεί στη δημιουργία νέου μαθήματος προς διδασκαλία, την επίβλεψη ενός ενεργού μαθήματος, καθώς και την άντληση στοιχείων των μαθησιακών χαρακτηριστικών του κάθε μαθητή όπως :

- απορίες- πεδίο misconception,
- αδυναμίες μάθησης- πεδίο How To Improve,
- επιδόσεις είτε ανά κριτήριο αξιολόγησης (code integrity) ή συμμετοχής σε συζήτηση (conference participation) στην οριζόντια στήλη, είτε ανά εργασία (A simple HTML page) στη κάθετη στήλη.

Συμπερασματικά, στόχος του SYIM με το περιβάλλον αυτό είναι να προσδώσει στον εκπαιδευτή έναν ατομικό και πολύ καλά οργανωμένο ηλεκτρονικό χώρο εργασίας, εξειδικευμένο ανά μάθημα, ο οποίος να βοηθάει τον εκπαιδευτικό όχι μόνο να παρακολουθεί από κοντά όλες τις εκπαιδευτικές δραστηριότητες (ακόμη και σε εξατομικευμένο επίπεδο) αλλά και να είναι σε θέση να εξάγει χρήσιμα συμπεράσματα τόσο για τα μαθησιακά μοντέλα των εκπαιδευόμενων όσο και για τον εντοπισμό διδακτικών αδυναμιών.

b. Περιβάλλον εκπαιδευόμενου, η χρήση του οποίου επιτρέπει σε κάθε μαθητή να ενημερώνεται τόσο για την επίδοσή του, σε ποσοτικό επίπεδο (βαθμολογία) και ποιοτικό επίπεδο (σχόλια εκπαιδευτή), όσο και για τη επίλυση των ατομικών μαθησιακών δυσκολιών και αποριών .

Συμπερασματικά, στόχος του SYIM με το περιβάλλον αυτό είναι να προσδώσει στον εκπαιδευόμενο έναν εξατομικευμένο εκπαιδευτικό χώρο σε ηλεκτρονική μορφή, ο οποίος να τον βοηθάει να παρακολουθεί την πορεία της επίδοσής του, να αξιοποιεί την καθοδήγηση του εκπαιδευτή, να αναλύει τις απορίες του με στόχο την εμπάθυνση και τέλος να του προσδίδεται η αίσθηση της εντατικής και εξατομικευμένης παρακολούθησης και διδασκαλίας από απόσταση.

c. Περιβάλλον διαχειριστή του συστήματος, το οποίο αποσκοπεί στο να απλοποιήσει και να συστηματοποιήσει ορισμένα διαχειριστικά θέματα, όπως η προσθήκη / διαγραφή εκπαιδευτών ή εκπαιδευομένων, την αλλαγή Login ή password κλπ.

Αξίζει να σημειωθεί ότι με το τερματισμό ενός μαθήματος όλες οι πληροφορίες που εμπεριέχονται σ' αυτό (ποιοτικές και ποσοτικές) μετατρέπονται σε αναγνώσιμη μόνο μορφή (read only) έτσι ώστε να μην είναι δυνατόν να τροποποιηθούν εκ των υστέρων. Επίσης κατά τη διαδικασία εισαγωγής ενός νέου εκπαιδευόμενου στο περιβάλλον του SYIM, τα στοιχεία πρόσβασής του (login και password) δημιουργούνται αυτόματα, ενώ κατά την επιλογή του στη παρακολούθηση κάποιου μαθήματος ειδοποιείται αυτόματα μέσω e-mail που του αποστέλλεται, κοινοποιώντας του τα στοιχεία πρόσβασής του, το μάθημα στο οποίο έχει εγγραφεί και την διεύθυνση πρόσβασης (URL) την οποία πρέπει να χρησιμοποιήσει [81,82].

5.6.3 KITE

Το KITE (Knowledge Innovation for Technology in Education), επιδιώκει να βοηθήσει εκπαιδευτικούς να μάθουν, πώς να ενσωματώσουν την τεχνολογία στη διδασκαλία τους, παρουσιάζοντας περιπτώσεις που περιέχουν ενσωμάτωση της τεχνολογίας, οι οποίες έχουν συλλεχθεί από άλλους εκπαιδευτικούς. Η βιβλιοθήκη του KITE, έχει αποθηκευμένες περίπου 1000 ιστορίες ή και περιπτώσεις που περιγράφουν πραγματικές εμπειρίες των εν ενεργεία εκπαιδευτικών, καθώς ενσωματώνουν την τεχνολογία στην διδασκαλία τους.

Παρόλο που το KITE διαθέτει πλούτο γνώσεων, που εύκολα κανείς μπορεί να έχει πρόσβαση, πολλοί χρήστες δεν είναι εξοικειωμένοι με το σύστημα ανάκτησης του CBR, και πως διαφέρει από το τυπικό σύστημα ανάκτησης με λέξεις-κλειδιά. Ως εκ τούτου, καθίσταται αναγκαίο να δημιουργηθούν εργαλεία και στρατηγικές που θα βοηθήσουν τους χρήστες να αξιοποιήσουν αυτό το εναλλακτικό σύστημα ανάκτησης πληροφοριών. Έχει σχεδιαστεί ένα εργαλείο υποστήριξης για την αξιοποίηση της διαδικασίας του CBR για να μαθευτεί πώς να ενσωματώνεται η τεχνολογία στις διδακτικές δραστηριότητες.

Η βιβλιοθήκη του KITE είναι ένα σύστημα που ενσωματώνει τις περιπτώσεις για την ένταξη της τεχνολογίας. Κάθε περίπτωση περιλαμβάνει μια περιγραφή του προβλήματος, καθώς και μια λύση ή/και το αποτέλεσμα. Η διαδικασία της γνώσης ή της συλλογιστικής που χρησιμοποιεί ένας δάσκαλος για να λύσει ένα πρόβλημα, δεν καταγράφεται, αλλά υπονοείται στην λύση. Κατά την επίλυση του τρέχοντος προβλήματος, ο χρήστη αναζητά στη βάση παρόμοιες περιπτώσεις. Οι ανακτηθείσες περιπτώσεις, χρησιμοποιούνται για να προταθεί μια λύση, η οποία έχει επαναχρησιμοποιηθεί και λειτουργήσει με απόλυτη επιτυχία. Εάν είναι

απαραίτητο, η υπόθεση στην συνέχεια αναθεωρείται. Τελικά, το τρέχων πρόβλημα και η τελική του λύση, διατηρούνται ως μέρος μιας καινούργιας περίπτωσης.

Όταν ένας χρήστης θα θελήσει να επαναχρησιμοποιήσει μια λυμένη ανακτηθείσα περίπτωση, στο πλαίσιο ενός καινούργιου προβλήματος, θα πρέπει να είναι σε θέση να επικεντρωθεί στον –προσδιορισμό των διαφορών μεταξύ των ανακτημένων περιπτώσεων και του τρέχοντος προβλήματος, και τον προσδιορισμό των μερών των ανακτημένων περιπτώσεων, τα οποία μπορούν να μεταφερθούν στο νέο πρόβλημα.

Συνήθως, οι περισσότεροι χρήστες της βάσης δεδομένων, προσπαθούν να χρησιμοποιήσουν μια λύση άμεσα από τις ανακτημένες περιπτώσεις. Ωστόσο η αναθεώρηση των λύσεων είναι βασική διαδικασία για την επίλυση των περιπτώσεων. Επιπρόσθετα, η αναθεώρηση των υποθέσεων που αντανακλούν αντικατοπτρίζουν ανεπιτυχή αποτελέσματα, παρέχει μια ευκαιρία για τους χρήστες να μάθουν από την αποτυχία.

Η διαδικασία του CBR δεν μπορεί να είναι αποτελεσματική χωρίς να διατηρεί την νέα λύση. Για να διατηρηθεί μια νέα περίπτωση, ο χρήστης θα πρέπει να διευκρινίσει τις πληροφορίες για την ανάκληση και τον τύπο, πώς να υποδείξει σωστά την περίπτωση για μελλοντική χρήση και πώς θα αποθηκεύσει την περίπτωση στην βάση δεδομένων. Αυτή η διαδικασία, επιτρέπει στον χρήστη να ανακτήσει όλες τις υπάρχουσες και τις νέες υποθέσεις που μπορεί να συντεθούν και να συγκριθούν για μελλοντική χρήση [82].

Κεφάλαιο 6

6. Σύγκριση με άλλες μεθόδους – Κριτική

6.1 Σύγκριση με άλλες μεθόδους

Ξεκινώντας, ας αναφέρουμε τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του Case Based Reasoning. Τα πλεονεκτήματα του είναι τα εξής:

1. Το case based reasoning, επιτρέπει στον χειριστή του, να προτείνει λύσεις στα προβλήματα γρήγορα, αποφεύγοντας το χρονικό διάστημα που απαιτείται για να συνταχθούν αυτές οι απαντήσεις από το μηδέν.
2. Επιτρέπει να προταθούν λύσεις και σε τομείς, όπου ο χειριστής δεν έχει κατανοήσει πλήρως.
3. Δίνει στον χειριστή, ένα μέσο για την αξιολόγηση των λύσεων, που καμία άλλη αλγοριθμική μέθοδο δεν το επιτρέπει.
4. Οι περιπτώσεις είναι χρήσιμες για την ερμηνεία ημιτελών και κακογραμμένων εννοιών.
5. Απομνημονεύοντας, προηγούμενες εμπειρίες, είναι ιδιαίτερα χρήσιμο στην προειδοποίηση πιθανών προβλημάτων, ότι έχουν παρουσιαστεί στο παρελθόν και ενημερώνει τον χρήστη, να λάβει τα απαραίτητα μέτρα ώστε να αποφευχθεί η επανάληψη των λαθών του παρελθόντος.
6. Οι περιπτώσεις βοηθούν τον χρήστη να εστιάσει το σκεπτικό του στα σημαντικά μέρη του προβλήματος, επισημαίνοντας ποια χαρακτηριστικά είναι σημαντικά και ποια όχι.

Και τα μειονεκτήματα του είναι:

7. Μπορεί ο χρήστης να θελήσει να χρησιμοποιήσει μια παλιά περίπτωση για την επίλυση του προβλήματος του, χωρίς να λάβει την νέα κατάσταση υπόψη του.
8. Πολλές φορές ο χρήστης εμμένει στην αντιμετώπιση του προβλήματος.
9. Συχνά οι χρήστες, και κυρίως οι αρχάριοι, δεν θυμούνται ποιο είναι το καταλληλότερο σύνολο υποθέσεων που θα μπορούσε να τους βοηθήσει στην περίπτωση τους.

Εκ πρώτης όψεως, το CBR μπορεί να φαίνεται παρόμοιο με τον αλγόριθμο επαγωγή κανόνα, της μηχανικής μάθησης. Όπως και στον rule-induction αλγόριθμο, το CBR ξεκινά με μια σειρά από υποθέσεις ή παραδείγματα εκπαίδευσης. Αποτελεί γενίκευση από αυτά τα

παραδείγματα, με τον προσδιορισμό των κοινών σημείων μεταξύ μιας ανακτημένης περίπτωσης και του τρέχοντος προβλήματος.

Η βασική διαφορά, μεταξύ της γενίκευση στο CBR και της γενίκευσης του rule-induction έγκειται στο κατά τη γενίκευση γίνεται. Ένας αλγόριθμος επαγωγής-κανόνα αντλεί τις γενικεύσεις του από μια σειρά παραδειγμάτων εκπαίδευσης πριν το πρόβλημα στόχος γίνει γνωστό ακόμη. Δηλαδή, εκτελεί πρόθυμα γενίκευση.

Η δυσκολία για τον αλγόριθμο επαγωγής-κανόνα είναι να προβλέψει τις διαφορετικές κατευθύνσεις στις οποίες θα πρέπει να επιχειρήσει να γενικεύσει παραδείγματα κατάρτισης. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με το CBR, το οποίο καθυστερεί την γενίκευση των περιπτώσεων μέχρι τις χρονικές δοκιμές - μία αργή στρατηγική γενίκευση. Το CBR τείνει συνεπώς να είναι μια καλή προσέγγιση για τους σύνθετους και πληθωρικούς τομείς για τους οποίους υπάρχουν χιλιάδες τρόποι για να γενικευθεί μια περίπτωση [3,84].

Το CBR, χρησιμοποιείται κατά κόρον στην τεχνητή νοημοσύνη, όπως και άλλες τεχνολογίες. Τεχνολογίες όπως ο λογικός προγραμματισμός, η συλλογιστική βάσει κανόνα, τα νευρωνικά δίκτυα, οι γενετικοί αλγόριθμοι, η ασαφή λογική, ο προγραμματισμός με βάση τον περιορισμό και άλλες. Όλες αυτές οι τεχνολογίες χαρακτηρίζονται από ειδικά περιβάλλοντα ή γλώσσες προγραμματισμού, ή από συγκεκριμένους αλγορίθμους και τεχνικές. Καθεμία από αυτές επίσης, προβλέπει, σε ένα μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό, συγκεκριμένους τρόπους ή μεθόδους για την επίλυση των προβλημάτων ώστε να γίνεται η βέλτιστη χρήση των χαρακτηριστικών της κάθε τεχνολογίας. Η πιο βασική και σημαντική διαφορά τους με την συλλογιστική βάσει παραδειγμάτων λοιπόν, είναι ότι το CBR περιγράφει την μεθοδολογία για την επίλυση των προβλημάτων, αλλά δεν ορίζει οποιαδήποτε συγκεκριμένη τεχνολογία [85].

6.2 Κριτική

Οι επικριτές του CBR υποστηρίζουν ότι είναι μια προσέγγιση που αποδέχεται ανεπίσημα στοιχεία, ως βασική αρχή λειτουργίας του. Χωρίς σχετικά στατιστικά στοιχεία για την υποστήριξη και την γενίκευση, δεν υπάρχει καμία εγγύηση ότι η γενίκευση είναι σωστή. Ωστόσο, όλη η επαγωγική συλλογιστική, όπου τα στοιχεία είναι ανεπαρκή για στατιστική ανάλυση, βασίζεται ουσιαστικά σε ανεπίσημα στοιχεία. Όμως η κριτική αυτή έχει μόνο θεωρητική βάση, διότι στην πράξη, οι μέθοδοι του CBR έχουν δώσει ικανοποιητικά αποτελέσματα στις περισσότερες περιπτώσεις [86].

7 Παράρτημα

7.1 Λεξικό Βασικών Όρων

Σε αυτό το κεφάλαιο, παραθέτουμε επεξηγήσεις μερικών από τους όρους που εμφανίζονται κατά την ανάλυση του θέματος, με σκοπό την ομαλότερη και ευκολότερη παρακολούθηση του. Είναι σημαντικό να ακολουθείται η ροή της εργασίας ώστε να επιτευχθεί και ο αρχικός σκοπός δημιουργίας της η εξοικείωση με την έννοια του Case Based Reasoning. Εν συνεχεία παρατίθενται οι πηγές όπου αντλήθηκε η περισσότερη έρευνα για έρθει εις πέρας αυτή η πτυχιακή εργασία.

¹ **αλγόριθμος heuristics**: Στην πληροφορική, ο heuristics αλγόριθμος, ή απλά heuristics, είναι ένας αλγόριθμος που είναι σε θέση να παράγει μια αποδεκτή λύση σε ένα πρόβλημα σε πολλά πρακτικά σενάρια ,αλλά δεν υπάρχει καμία επίσημη απόδειξη της ακρίβειάς του. Εναλλακτικά, μπορεί να είναι σωστό, αλλά δεν μπορεί να αποδειχθεί για να παραγάγει μια βέλτιστη λύση, ή για να χρησιμοποιήσει τους λογικούς πόρους. Ο Heuristics χρησιμοποιείται χαρακτηριστικά όταν δεν υπάρχει καμία γνωστή μέθοδος για να βρεθεί μια βέλτιστη λύση, κάτω από τους δεδομένους περιορισμούς (του χρόνου, του διαστημικού κ.λπ.) ή καθόλου.

² **trigram**: Μια ειδική περίπτωση του N-gram όπου το N είναι 3 και χρησιμοποιούνται συχνά στην επεξεργασία φυσικής γλώσσας για να κάνουν τη στατιστική ανάλυση των κειμένων. Αλλιώς αναφέρονται και ως αρκτικόλεξα τριών γραμμάτων. Για παράδειγμα το trigram για την λέξη cartridge είναι: CAR, ART, RTR, TRI, RID, IDG, DGE.

³ **DDE**: Dynamic Data Exchange ή αλλιώς δυναμική ανταλλαγή στοιχείων. Είναι μια τεχνολογία για την επικοινωνία μεταξύ πολλαπλών εφαρμογών λογισμικού Microsoft Windows ή OS/2.

⁴ **GUI**: Graphical User Interface ή αλλιώς Γραφικό Περιβάλλον Χρήστη ή Γραφική Διασύνδεση Χρήστη. Είναι ένα σύνολο στοιχείων, τα οποία εμφανίζονται στην οθόνη κάποιας ψηφιακής συσκευής (π.χ. Η/Υ) και χρησιμοποιούνται για την αλληλεπίδραση του χρήστη με τη συσκευή αυτή. Παρέχουν στον τελευταίο, μέσω γραφικών, ενδείξεις και εργαλεία προκειμένου αυτός να φέρει εις πέρας κάποιες επιθυμητές λειτουργίες. Για τον λόγο αυτό δέχονται και είσοδο από τον χρήστη και αντιδρούν ανάλογα στα συμβάντα που αυτός προκαλεί με τη βοήθεια κάποιας συσκευής εισόδου (π.χ. πληκτρολόγιο, ποντίκι).

Τα περισσότερα σύγχρονα προγράμματα και λειτουργικά συστήματα υπολογιστών, προσφέρουν στους χρήστες τους κάποιο GUI γιατί αυτός ο τρόπος αλληλεπίδρασης με τον υπολογιστή ταιριάζει αρκετά στην ανθρώπινη εμπειρία και φύση. Σωστά σχεδιασμένα γραφικά προσφέρουν ένα όμορφο, εύχρηστο και λειτουργικό περιβάλλον εργασίας. Πριν από την έλευση και καθιέρωση των GUI ο κανόνας στους μικροϋπολογιστές ήταν η αλληλεπίδραση με τον χρήστη μέσω κάποιου κελύφους γραμμής εντολών.

⁵ **DBMS**: Database Management System ή αλλιώς Σύστημα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων. Είναι ένα σύνολο προγραμμάτων υπολογιστών που ελέγχει τη δημιουργία, τη συντήρηση, και τη χρήση μιας βάσης δεδομένων. Επίσης επιτρέπει στους διαχειριστές των βάσεων (DBAs) να τις ελέγχουν και να τις διαχειρίζονται.

⁶ **cross-platform**: Στα υπολογιστικά συστήματα, cross-platform ή multi-platform είναι μια ιδιότητα που παρέχεται στο λογισμικό υπολογιστών ή στις μεθόδους και τις έννοιες υπολογισμού που εφαρμόζονται και επικοινωνεί με πολλαπλές πλατφόρμες υπολογιστών.

⁷ **windowing συστήματα**: Ένα τέτοιο σύστημα είναι μέρος ενός GUI και πιο συγκεκριμένα ενός περιβάλλοντος υπολογιστών, που υποστηρίζει την εφαρμογή των διαχειριστών, και παρέχει την βασική υποστήριξη για το υλικό γραφικής παράστασης, που δείχνει τις συσκευές όπως το ποντίκι και το πληκτρολόγιο.

⁸ **πλατφόρμες υλικού**: Γενικότερα μια πλατφόρμα περιγράφει κάποιο είδος της αρχιτεκτονικής υλικού και του πλαισίου λογισμικού (συμπεριλαμβανομένων και των πλαισίων εφαρμογής), το οποίο επιτρέπει στο λογισμικό για να τρέξει. Οι χαρακτηριστικές πλατφόρμες περιλαμβάνουν μια αρχιτεκτονική του υπολογιστή, ένα λειτουργικό σύστημα, τις γλώσσες προγραμματισμού και το σχετικό ενδιαμέσο με τον χρήστη (βιβλιοθήκες χρόνου εκτέλεσης ή γραφικό ενδιαμέσο με τον χρήστη).

⁹ **LISP**: Οικογένεια γλώσσας προγραμματισμού με μεγάλη ιστορία. Η δεύτερη παλαιότερη γλώσσα μετά την FORTRAN.

¹⁰ **CLIPS**: Εργαλείο λογισμικού public domain για έμπειρα συστήματα. Το όνομα του είναι αρκτικόλεξο για το 'C Language Integrated Production System'. Το όνομα του εμπνεύστηκε από το OPS (Official Production System) του Charles Forgy. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι πρώτες εκδόσεις του αναπτύχθηκαν το 1985 στην NASA και αυτό ως εναλλακτική για το υπάρχον σύστημα ART*Enterprise.

¹¹ **Rete αλγόριθμος**: Είναι ένας αποδοτικός αλγόριθμος που ταιριάζει σχέδια αλγορίθμων για να τα εφαρμόσει σε κανόνες συστημάτων παραγωγής. Η λέξη RETE είναι η λατινική για την λέξη net που σημαίνει δίκτυο. Εξελίχτηκε σαν βάση για πολλά συστήματα, όπως το CLIPS και το Jess. Ο RETE μπορεί να σπάσει σε 2 μέρη: σύνταξη κανόνα και εκτέλεση χρόνου εκτέλεσης.

¹² **troubleshooting**: Troubleshooting, ονομάζουμε μια φόρμα επίλυσης προβλημάτων, όπου συχνά εφαρμόζεται για να διορθώσει αποτυχημένες διεργασίες ή προϊόντα. Είναι μια λογική και συστηματική αναζήτηση για την πηγή του προβλήματος, ούτως ώστε να επιλυθεί, και η διαδικασία ή το προϊόν να μπορεί να είναι και πάλι διαθέσιμη. Το troubleshooting, χρειάζεται για να αναπτύσσει και να διατηρεί σύνθετα προβλήματα, όπου τα συμπτώματα τους μπορεί να έχουν πολλές διαφορετικές αιτίες. Χρησιμοποιείται σε πολλούς τομείς, όπως η μηχανική, η διαχείριση ηλεκτρονικών συστημάτων, η ηλεκτρονική και η διαγνωστική ιατρική. Απαιτεί την αναγνώριση της δυσλειτουργίας (ή των δυσλειτουργιών) ή τα συμπτώματα ενός συστήματος. Εν συνεχεία, χρησιμοποιείται συνήθως για να παράγει πιθανές λύσεις για κάθε σύμπτωμα. Προσδιορίζοντας το πρόβλημα, ανακαλύπτει το πιο πιθανό αίτιο ή και αίτια και τα εξαλείφει. Για να ολοκληρωθεί η διαδικασία, το troubleshooting επιβεβαιώνει ότι η λύση που πρότεινε, οδήγησε στην αντιμετώπιση του προβλήματος.

¹³ **Neural network**: Ο όρος neural network ή αλλιώς νευρωνικά δίκτυα, παραδοσιακά είχε χρησιμοποιηθεί για την αναφορά σε ένα δίκτυο ή ένα κύκλωμα βιολογικών νευρώνων. Η σύγχρονη επιστήμη του όρου, παραπέμπει συχνά σε τεχνητά νευρωνικά δίκτυα, τα οποία αποτελούνται από τεχνητούς νευρώνες ή κόμβους. Για αυτό τον λόγο, ο όρος έχει δύο διαφορετικές χρήσεις. 1. Τα βιολογικά νευρωνικά δίκτυα που αποτελούνται από πραγματικά βιολογικά νευρώνων που συνδέονται λειτουργικά στο περιφερικό νευρικό σύστημα ή το

κεντρικό νευρικό σύστημα. 2. Τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα που αποτελούνται από τη διασύνδεση των τεχνητών νευρώνων (προγραμματιστικές δομές που μιμούνται τις ιδιότητες των βιολογικών νευρώνων). Τεχνητά νευρωνικά δίκτυα μπορούν είτε να χρησιμοποιηθούν για την κατανόηση των βιολογικών νευρωνικών δικτύων, ή για την επίλυση των προβλημάτων τεχνητής νοημοσύνης χωρίς κατ'ανάγκη τη δημιουργία ενός μοντέλου ενός πραγματικού βιολογικού συστήματος. Η πραγματική, βιολογικό νευρικό σύστημα είναι εξαιρετικά πολύπλοκο και περιλαμβάνει ορισμένα στοιχεία που μπορεί να φαίνεται περιττό βασίζονται στην κατανόηση των τεχνητών δικτύων.

¹⁴ **Application Programming Interface (API)**: είναι ένα συγκεκριμένο σύνολο κανόνων και προδιαγραφών, που τα προγράμματα λογισμικού μπορούν να ακολουθούν για να επικοινωνούν μεταξύ τους. Λειτουργεί ως μια διεπαφή μεταξύ διαφορετικών προγραμμάτων λογισμικού και διευκολύνει την αλληλεπίδραση τους, παρόμοια με τον τρόπο που το περιβάλλον εργασίας του χρήστη, διευκολύνει την αλληλεπίδραση μεταξύ των ανθρώπων και των υπολογιστών. Ένα API, μπορεί να δημιουργηθεί για εφαρμογές, βιβλιοθήκες, λειτουργικά συστήματα κ.λπ., ως τρόπος προσδιορισμού 'λεξιλογίου' και πόρος αίτησης σύμβασης (π.χ. συναρτήσεις κλήσης). Μπορεί να περιλαμβάνει προδιαγραφές για ρουτίνες, δομές δεδομένων, κλάσεις αντικειμένων και πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία μεταξύ του προγράμματος κατανάλωσης και του προγράμματος υλοποίησης του API.

¹⁵ **Unified Modeling Language (UML)**: είναι μια τυποποιημένη, γενικής χρήσης γλώσσα μοντελοποίησης στον τομέα της αντικειμενοστραφούς τεχνολογίας λογισμικού. Το πρότυπο είναι η διαχείριση και δημιουργήθηκε από τον αρμόδιο οργανισμό διαχείρισης (Object Management Group). Η UML περιλαμβάνει μια σειρά από γραφικές τεχνικές σημειογραφίας για να δημιουργήσει οπτικά μοντέλα των αντικειμενοστραφών συστημάτων λογισμικού.

¹⁶ **k-d tree**: στην επιστήμη υπολογιστών, ένα δέντρο k-d (συντομογραφικά για k-dimensional tree) είναι ο τμηματικός διαχωρισμός μιας δομής δεδομένων για την οργάνωση σημείων, σε ένα χώρο k διαστάσεων. Τα k-d δέντρα είναι πολύ χρήσιμα για ορισμένες εφαρμογές, όπως αναζητήσεις που αφορούν ένα πολυδιάστατο κλειδί αναζήτησης (π.χ. αναζήτηση εύρους και αναζήτηση κοντινότερου γείτονα). Τα δέντρα αυτά είναι μια ιδιαίτερη περίπτωση των δυαδικών δέντρων διαχωρισμού.

¹⁷ **UPML (Universal Problem-solving Methods Language)**: είναι μια αρχιτεκτονική γλώσσα περιγραφής που ειδικεύεται για ένα συγκεκριμένο τύπο συστημάτων που παρέχουν στοιχεία, προσαρμογές και την διαμόρφωση για την σύνδεση των στοιχείων με την χρήση των προσαρμογών (αποκαλείται αρχιτεκτονική συστήματος).

¹⁸ **NP-hard**: Στην υπολογιστική θεωρία πολυπλοκότητας, ο όρος NP είναι μια από τις πιο θεμελιώδεις κατηγορίες πολυπλοκότητας. Η συντομογραφία αναφέρεται NP, συντομογραφία από τις λέξεις "nondeterministic polynomial time." Τώρα, NP-hard (non-deterministic polynomial-time hard), στην υπολογιστική θεωρία πολυπλοκότητας, είναι ένα σύνολο προβλημάτων που είναι, ανεπίσημα, τουλάχιστον, τόσο δύσκολο όσο τα δυσκολότερα προβλήματα στο NP.

¹⁹ **Bayesian techniques**: Οι τεχνικές αυτές είναι ισχυρά και άκρως ευέλικτα εργαλεία, με εφαρμογές στους τομείς των κλινικών δοκιμών, την παρακολούθηση με ραντάρ, τους δορυφορικούς ελέγχους και πολλά άλλα. Ως εναλλακτική λύση κλασικής στατιστικής, οι τεχνικές μπορούν να προσφέρουν βελτιώσεις στις υπάρχουσες λύσεις ή νέες λύσεις για τα

προηγούμενως άλυτα προβλήματα. Με ευρεία εμπειρία και τις κατάλληλες μαθηματικές δεξιότητες, μπορούν να λυθούν τα περισσότερα σύνθετα προβλήματα με ένα εξαιρετικά αποδοτικό τρόπο.

²⁰ **think – aloud πρωτόκολλο:** αποτελείται από μια διαδικασία κατά την οποία οι συμμετέχοντες, μπορούν να εκφράσουν με λόγια, τις σκέψεις και τις ενέργειές τους κατά την εκτέλεση μιας εργασίας. Το πρωτόκολλο αυτό έχει βοηθήσει στην κατανόηση του τρόπου εργασίας των προγραμματιστών και τις γνωστικές διαδικασίες που χρησιμοποιούν όσο εργάζονται στο λογισμικό.

7.2 Βιβλιογραφία

1. Marir, F., & Watson, I.D. (1994). Case-Based Reasoning: A Categorised Bibliography. *The Knowledge Engineering Review*, Vol. 9 No. 4: pp.355-381.
2. Διπλωματική εργασία: <<Δημιουργία συστήματος επιλογής καλύτερης λύσης σε εφαρμογή σχεδιασμού εσωτερικού χώρου βασισμένου σε παραδείγματα(Case Based Reasoning)>> Καρπουζιάς Κώστας (2008) Τμήμα Εφαρμοσμένης Πληροφορικής και Πολυμέσων, Α.Τ.Ε.Ι Κρήτης
3. Wikipedia (<http://www.wikipedia.com>)
4. Smith, E.E. Adams, N. & Schorr, D. (1978). Fact retrieval and the paradox of interference. *Cognitive Psychology*, 10: pp.438-64.
5. Tulving, E. (1977). Episodic and semantic memory. In, *Organisation of Memory* (Tulving, E. & Donaldson, W. Eds.), pp.381-403. Academic Press.
6. Schank, R. (1982). *Dynamic memory: a theory of reminding and learning in computers and people*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
7. Wittgenstein, L. (1953). *Philosophical Investigations*. Blackwell.
8. Aamodt, A. & Plaza, E. (1994). Case-Based Reasoning: Foundational Issues, Methodological Variations, and System Approaches. *AI Communications*, 7(i): pp 39-59.
9. Kolodner, J. L. (1983a). Maintaining Organization in a Dynamic Long-Term Memory. *Cognitive Science*, 7(iv): pp.243-80.
10. Kolodner, J. L. (1983b). Reconstructive Memory: A Computer Model. *Cognitive Science*, 7(iv): pp.281-28.
11. Simpson, R. L. (1985). *A Computer Model of Case-Based Reasoning in Problem Solving: An Investigation in the Domain of Dispute Mediation*. Technical Report GIT-ICS-85/18, Georgia Institute of Technology, School of Information and Computer Science, Atlanta ,US.

12. Hammond, K.J. (1986). CHEF: A Model of Case-Based Planning. In *Proc. American Association for Artificial Intelligence, AAAI-86*, August 1986. Philadelphia, PA, US.
13. Sycara, E. P. (1987). *Resolving adversial conflicts: An approach to Integrating Case-Based and Analytic Methods*. Technical Report GIT-ICS-87/26, Georgia Institute of Technology, School of Information and Computer Science, Atlanta GA.
14. Koton. P. (1989). *Using experience in learning and problem solving*. Massachusetts Institute of Technology, Laboratory of Computer Science, Ph.D. Thesis MIT/LCS/TR-441.
15. Hinrichs, T.R. (1992). *Problem solving in open worlds*. Lawrence Erlbaum Associates.
16. Porter, B.W. & Bareiss, E.R. (1986). PROTOS: An experiment in knowledge acquisition for heuristic classification tasks. In *Proceedings of the First International Meeting on Advances in Learning (IMAL)*, Les Arcs, France, pp.159-74.
17. Bareiss, E. R.,(1988). *PROTOS: A Unified Approach to Concept Representation, Classification, and learning*. Ph.D. thesis, Department. of Computer Science, University of Texas.
18. Branting, K. (1991). Exploiting the complementarity of rules and precedents with reciprocity and fairness. In, *Proceedings of the Case-Bases Reasoning Workshop 1991, Washington, DC, May 1991*. Sponsored by DARPA. Morgan Kaufmann, pp.39-50.
19. Ashley, K.D. (1988). Arguing by Analogy in Law: A Case-Based Model. In D.H. Helman (Ed.), *Analogical Reasoning: Perspectives of Artificial Intelligence, Cognitive Science, and Philosophy*. D. Reidel.
20. Rissland, E.L., & Skala , D.B. (1989). Combining case-based and rule-based reasoning: A heuristic approach. In, *Eleventh International Joint Conference on Artificial Intelligence, IJCAI-89*: pp. 524-30, Detroit, Michigan.
21. Sharma, S. & Sleeman, D. (1988). REFINER: A Case-Based Differential Diagnosis Aide for Knowledge Acquisition and Knowledge Refinement. In, *EWSL 88; Proc. European Working Session on Learning*: pp201-10.
22. Keane, M., (1988). Where's the Beef? The absence of pragmatic factors in theories of analogy. In, *ECAI-88*: pp.327-32.
23. Richter, A.M. & Weiss, S. (1991). Similarity, uncertainty and case-based reasoning in PATDEX. In, *Automated reasoning, essays in honour of Woody Bledsoe*. Kluwer R.S. Boyer (ed.): pp249-265.
24. Aamodt, A., (1989). Towards robust expert systems that learn from experience - an architectural framework. In, *EKAU-89: Third European Knowledge Acquisition for*

Knowledge-Based Systems Workshop, Boose, J., Gaines, B. & Ganascia J.-G. (eds.), pp.311-326. Paris, July 1989.

25. Aamodt, A. (1991). *A Knowledge intensive approach to problem solving and sustained learning*, PhD. dissertation , University of Trondheim, Norwegian Institute of Technology, May 1991. University Microfilms PUB 92-08460.
26. Watson, I.D., & Abdullah, S. (1994). Developing Case-Based Reasoning Systems: A Case Study in Diagnosing Building Defects. In, Proc. *IEE Colloquium on Case-Based Reasoning: Prospects for Applications*, Digest No: 1994/057, pp.1/1-1/3
27. Moore, C.J., Lehane, M.S. & Proce, C.J. (1994). Case-Based Reasoning for Decision Support in Engineering Design. In, Proc. *IEE Colloquium on Case-Based Reasoning: Prospects for Applications*, Digest No: 1994/057, pp.4/1-4/4.
28. Artificial Intelligence Applications Institute (<http://www.aiai.ed.ac.uk/project/cbr/>)
29. Peter McBurney, *University of Liverpool, UK* Simon Parsons, *Brooklyn College, City University of New York, USA* *The Knowledge Engineering Review*, Vol. 00:0, 1–2. 2005, Cambridge University Press (Cambridge Journals)
30. Peer Science llc. *Intelligent Data Analysis* (http://www.peerscience.com/intro_cbr.htm)
31. Porter, B. and Bareiss, R. (1986). PROTOS: An experiment in knowledge acquisition for heuristic classification tasks. In: *Proceedings of the First International Meeting on Advances in Learning (IMAL)*, Les Arcs, France, pp. 159-174.
32. Hammond, K.J. (1989). On Functionally Motivated Vocabularies: An Apologia. In, *Proceedings of the Second Workshop on Case-Based Reasoning*, Pensacola Beach, FL, US.
33. Kolodner, J. L. (1993). *Case-Based Reasoning*. Morgan Kaufmann.
34. Michael Gr. Voskoglou, (2011), *A stochastic model for Case-Based Reasoning*, In *Journal of Mathematical Modelling and Application*, Vol. 1, No. 3, 33-39, Graduate Technological Educational Institute of Patras, Greece
35. Acorn, T. & Walden, S. (1992). SMART: Support management cultivated reasoning technology Compaq customer service. In, *Proceedings of AAAI-92* . Cambridge. MA: AAAI Press/MIT Press.
36. Hammond, K J. (1987). Explaining and Repairing Plans that Fail. In, *Proceedings International Joint Conferences on Artificial Intelligence, IJCAI-87*, August, Milan, Italy.
37. Lebowitz, M., (1987). Experimental with incremental concept formation: UNIMEM. *Machine Learning*, 2(ii): pp 103-38.

38. Goodman, M. (1989). CBR in battle planning. In *Proceedings of the Second Workshop on Case-Based Reasoning*, Pensacola Beach, FL, US.
39. Barletta, R & Mark, W., (1988). Explanation-based indexing of cases. In, *Proceedings of the Seventh National Conference on Artificial Intelligence*. Minneapolis, MN, US.
40. Simoudis, E., Mendall, A. & Miller, P. (1993). Automated support for developing retrieve-and-propose systems. In *Proceedings of Artificial Intelligence XI Conference*, Orlando, Florida.
41. Navichandra, D. (1991). *Exploration and innovation in design: towards a computational model*. Springer Verlag, New York. NY, US.
42. Maher, M.L. & Zhang, D.M. (1991). CADSYN: using case and decomposition knowledge for design synthesis. In *Artificial Intelligence in Design*, Gero, J.S. (ed.), Butterworth-Heinmann. Oxford. UK.
43. Domeshek, E., (1993). A case study of case indexing: Designing index feature sets to suit task demands and support parallelism. In, *Advances in connectionist and neural computation theory, Vol.2: Analogical connections*, eds. J. Barendsen and K. Holyoak, Norwood, NJ. US.
44. Skalk, D.B. (1992). Representing cases as knowledge sources that apply local similarity metrics. In *Proceedings of the Fourteenth Annual Conference of the Cognitive Science Society*. Lawrence Erlbaum Associates.
45. Acorn, T. & Walden, S. (1992). SMART: *Support management cultivated reasoning technology Compaq customer service*. In, *Proceedings of AAAI-92*. Cambridge. MA: AAAI Press/MIT Press.
46. Owens, C., (1993). Integrating feature extraction and memory search. *Machine Learning* 10(iii): pp.311-40.
47. Quinlan, J.R. (1979). Induction over large databases. *Rep. No. HPP-79-14, Heuristic Programming Project*, Computer Science Dept., Stanford University, US.
48. Hunter, K. M. (1986). There was this one guy: Anecdotes in medicine. *Biology in Medicine* 29:619-630.
49. Leake, D. B. (1996). *Case-Based Reasoning: Experiences, Lessons, and Future Directions, CBR in Context: The present and Future*. AAAI Press/MIT Press
50. Riesbeck, C. (1988). An interface for case-based knowledge acquisition. In Kolodner, J., ed., *Proceedings of the DARPA Case-Based Reasoning Workshop*, 312-326. San Mateo: Morgan Kaufmann.
51. <http://www.usability.net>

52. Ian Watson *AI-CBR*, Case-Based Reasoning Tools: an overview, *University of Salford, UK*
53. C.K. Riesbeck and R.C. Schank (1989) *Inside Case-Based Reasoning*. Lawrence Erlbaum Associates
54. Ralph Bergmann, Janet Kolonder and Enric Plaza, (2005) *Representation in case-based reasoning*, *The Knowledge Engineering review*, Cambridge University Press
55. Mingyang Gu, Agnar Aamodt and Xin Tong Component, (2004) *Retrieval using Conversational Case-Based Reasoning*
56. Ramon López de Mántaras, David Mcsherry, Derek Bridge, David Leake, Barry Smyth, Susan Craw, Boi Faltings, Mary Lou Maher, Michael T. Cox, Kenneth Forbus, Mark Keane, Agnar Aamodt and Ian Watson, (2005) *Retrieval, reuse, revision, and retention in Case-based Reasoning*, *The Knowledge Engineering review*, Cambridge University Press
57. R.E.Johnson, B.Foote (1988). *Designing Reusable Classes. Journal of Object-Oriented Programming*,1(2), 22–35
58. Essam Abdrabou, AbdEl-Badeeh Salem (2008) *Case-based reasoning tools from shells to object-oriented frameworks*
59. Jimenez-Diaz & Gomez-Albarran, (2004) G.Jimenez-Diaz, M.Gomez-Albarran. *A Case-Based Approach for Teaching Frameworks*: Universidad Computense de Madrid, Juan del Rosal 8. 28040 Madrid Spain.
60. Michel Jaczynski - Brigitte Trousse, (1998) *An Object-Oriented Framework for the Design and the Implementation of Case-Based Reasoners*
61. Isabelle Bichindaritz, Cindy Marling (2005) *Case-based reasoning in the health sciences: What's next?*
62. Amélie Cordier (2009), *Interactive and Opportunistic Knowledge Acquisition in Case-Based Reasoning*
63. A. Ducruix and R. Giegé (1992) *Crystallization of Nucleic Acids and proteins. A practical approach*
64. Gilliland, G.L.; Tung, M.; and Ladner, J. E.(2002). *The Biological Macromolecule Crystallization Database: Crystallization Procedures and Strategies. Acta Crystallographica Section D-Biological Crystallography*.
65. Igor Jurisica and Janice Glasgow (2004) *Applications of Case-Based Reasoning in Molecular Biology*
66. Benson, D. A.; Karsch-Mizrachi, I.; Lipman, J.; Ostell, J.; Rapp, B. A.; and Wheeler, D. L. (2000). GENBANK. *Nucleic Acids Research* 28(1): 15–18.

67. Aaronson, J. S.; Juergen, H.; and Overton G. C. (1993). Knowledge Discovery in GENBANK. In *Proceedings of the First International Conference on Intelligent Systems for Molecular Biology*, eds. L. Hunter, D. Searls, and U. Shavlik, 3–11. Menlo Park, Calif.: AAAI Press.
68. Kettler, B., and Darden, L. (1993). Protein Sequencing Experiment Planning Using Analogy. In *Proceedings of the First International Conference on Intelligent Systems for Molecular Biology*, 216–224. Menlo Park, Calif.: AAAI Press.
69. Edwin Costello and David C. Wilson (2003). *A Case-Based Approach to Gene Finding*, Computer Science Department, University College Dublin, Dublin 4, Ireland
70. Francisco J. Martin (2004) *Case-Based Sequence Analysis in Dynamic, Imprecise, and Adversarial Domains*, PhD thesis, Technical University of Catalonia
71. Shavlik, J. (1991). Finding Genes by Case-Based Reasoning in the Presence of Noisy Case Boundaries. In *Proceedings of the 1991 DARPA Workshop on Case-Based Reasoning*, 327–338. San Francisco, Calif.: Morgan Kaufmann.
72. Leng, B.; Buchanan, B. G.; and Nicholas, H. B. (1993). Protein Secondary Structure Prediction Using Two-Level Case-Based Reasoning. In *Proceedings of the First International Conference on Intelligent Systems for Molecular Biology*, 251–259. Menlo Park, Calif.: AAAI Press.
73. Bystroff, C., and Shao, Y. (2002). Fully Automated ab Initio Protein-Structure Prediction Using I-SITES, HMM-STR, and ROSETTA. *Bioinformatics* 18(Suppl 1): S54–S61.
74. Zhang, X., and Waltz, D. (1989). Protein-Structure Prediction Using Memory-Based Reasoning: A Case Study of Data Exploration. In *Proceedings of a Workshop on Case-Based Reasoning*, 351–355. San Francisco, Calif.: Morgan Kaufmann.
75. MARLING C., RISSLAND E. and AAMODT A. (2005) Integrations with case-based reasoning, *The Knowledge Engineering Review*, Vol. 00:0, 1–4. c, Cambridge University Press DOI: 10.1017/S0000000000000000 Printed in the United Kingdom
76. Edwina L. Rissland & David B. Skalak (1998) *Combining Case-Based and Rule-Based Reasoning: A Heuristic Approach** Department of Computer & Information Science University of Massachusetts Amherst, MA 01003
77. Kevin D. Asley (2003) *Case – Based Models of Legal Reasoning in a Civil Law Context*, Professor of Law and Intelligent Systems University of Pittsburgh School of Law
78. John Zeleznikow, George Vossos and Daniel Hunter (1994) The IKBALS project: Multi-

modal reasoning in legal knowledge based systems, In *Artificial Intelligence and Law*, Kluwer Academic Publishers

79. John Fulcher, L. C. Jain (2004) *Applied intelligent systems: new directions*, Springer
80. Marling, C, Sqalli, M, Rissland, E, Muñoz-Avila, H & Aha, D, (2002). “Case-based reasoning integrations,” *AI Magazine* 23(1):69–86.
81. A. TSINAKOS, (2003) *Asynchronous distance education: Teaching using Case Based Reasoning*, Department of Informatics, University of Macedonia, Thessaloniki GREECE
82. Tsinakos, and Margaritis, K., (2001). *See Yourself IMprove (SYIM)*. An educational environment for the provision of personalized distance education services and the formulation of student models, accepted in *European Journal of Open and Distance Learning (EURODL)*, ISSN 1027-5207.
83. Joi L. Moore, Tawnya Means, Bosung Kim, (2004) *Applying Case-Based Reasoning Principles Within A Technology Integration Learning Environment*, School of Information Science & Learning Technologies, University of Missouri-Columbia, USA
84. Pachara Pacharavanich, Nitaya Wongpinunwatana, Peter Rossini (2000), *The Development Of a Case-Based Reasoning System As a Tool For Residential Valuation In Bangkok*, Pacific-Rim Real Estate Society (PRRES) Sydney, 23-27
85. I. Watson, (2000), *Case-based reasoning is a methodology not a technology*, AI-CBR, University of Salford, Salford M5 4WT, UK
86. Miltiadis D. Lytras, John M. Carroll, Ernesto Damiani, (2008) *The Open Knowledge Society: A Computer Science and Information Systems Manifesto*, Communications in Computer and Information Science, First World Summit on the Knowledge Society, WSKS, Athens, Greece
87. Watson Ian & Marir Farhi (1994), *Case-Based Reasoning: A Review*, AI-CBR, Dept. of Computer Science, University of Auckland, New Zealand
88. Yogesh Singh, Pradeep Kumar Bhatia & Omprakash Sangwan (2007), *A REVIEW OF STUDIES ON MACHINE LEARNING TECHNIQUES*, India
89. <http://www.ai-cbr.org>
90. Kolonder J. (1992), *An Introduction to Case Based Reasoning*, in *Artificial Intelligence Review* 6, 3-34, College of Computing, Georgia Institute of Technology, Atlanta, U.S.A