

Ατομική Διπλωματική Εργασία

ΓΕΙΤΝΙΑΣΗ ΚΑΙ ΟΜΟΙΟΤΗΤΑ ΘΕΩΡΙΩΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ

Παναγιώτα Γεωργίου

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ



ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Μάιος 2011

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Γειτνίαση και ομοιότητα θεωριών επιχειρηματολογίας

Παναγιώτα Γεωργίου

Επιβλέπων Καθηγητής
Γιάννης Δημόπουλος

Η Ατομική Διπλωματική Εργασία υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση των
απαιτήσεων απόκτησης του πτυχίου Πληροφορικής του Τμήματος Πληροφορικής του
Πανεπιστημίου Κύπρου

Μάιος 2011

Ευχαριστίες

Ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στον επιβλέποντα καθηγητή μου Δρ. Γιάννη Δημόπουλο, για την καθοδήγηση και υποστήριξη που μου έδειξε καθ' όλη τη διάρκεια ολοκλήρωσης της διπλωματικής μου εργασίας. Εύχομαι κάθε επιτυχία και ευτυχία τόσο σε επαγγελματικό όσο και σε οικογενειακό επίπεδο.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω επίσης στην οικογένεια και τους φίλους μου για την στήριξή τους και την κατανόηση που έδειχναν τα τελευταία τέσσερα χρόνια των σπουδών μου.

Περίληψη

Η παρούσα Διπλωματική εργασία ασχολείται με το θέμα «Γειτνίαση και ομοιότητα θεωριών επιχειρηματολογίας» και έχει σαν γενικότερο στόχο της τη σύγκριση θεωριών επιχειρηματολογίας ως προς την ομοιότητά τους μέσω διαφόρων μεθόδων. Το πρόβλημα αυτό μπορεί να βρει εφαρμογή σε περιπτώσεις διαπραγμάτευσης, όπου διάφορες θεωρίες επιχειρηματολογίας συγκρίνονται για να επιλεγεί η κατάλληλη για την συγκεκριμένη περίπτωση διαπραγμάτευσης.

Για να γίνει η σωστή επιλογή επιχειρημάτων χρειάζεται πρώτα να μελετηθούν και να αναλυθούν διάφορες μέθοδοι με τις οποίες θα γίνεται σύγκριση μεταξύ των συνόλων επιχειρημάτων, έτσι ώστε η επιλογή να γίνει συνολικά από τα αποτελέσματα των μεθόδων αυτών ώστε να εξασφαλίζεται σε μεγάλο βαθμό η ορθότητά της. Η εργασία επικεντρώνεται στις μεθόδους αυτές που στόχο έχουν τη σύγκριση των συνόλων επιχειρημάτων.

Για την ολοκλήρωση της εργασίας, αφού μελετήθηκαν αρκετές μέθοδοι σύγκρισης συνόλων στοιχείων και τα χαρακτηριστικά τους, υλοποιήθηκε στη γλώσσα προγραμματισμού C η σύγκριση διάφορων θεωριών που αποτελούνται από επιχειρήματα και ονομάζονται προφίλ. Η σύγκριση αυτή των διαφόρων προφίλ γίνεται σε σχέση με ένα αρχικό, για να εξαχθεί τελικά το πιο όμοιο προφίλ με το αρχικό. Επιπλέον η σύγκριση αυτή γίνεται με δύο τρόπους, αρχικά με τα σύνολα επιχειρημάτων που δημιουργούνται από τις επιθέσεις μεταξύ των επιχειρημάτων των θεωριών και έπειτα από τις ευσταθείς επεκτάσεις που προκύπτουν από τις θεωρίες. Για τη σύγκριση αυτή δεν επιλέχθηκε μόνο μια από τις μεθόδους κάθε φορά, αλλά έγινε συνδυασμός των διαφόρων αυτών μεθόδων έτσι ώστε να αξιοποιηθούν τα πλεονεκτήματα της κάθε μιας και να υπολογιστεί το καλύτερο δυνατόν αποτέλεσμα. Χρησιμοποιώντας τους συνδυασμούς μεθόδων σύγκρισης μέσα από τους δύο τρόπους σύγκρισης που υλοποιούνται, μπορεί να εξαχθεί το σωστό αποτέλεσμα για το πιο όμοιο προφίλ σε σχέση με το αρχικό προφίλ, αφού μπορούν να παρθούν συνολικά αποτελέσματα από τους δύο τρόπους. Ακόμα φαίνεται ότι ο συνδυασμός μεθόδων απόστασης Jaccard και απόστασης Hausdorff δουλεύει σε κάποιο βαθμό πιο καλά από τους άλλους συνδυασμούς μεθόδων ως προς το αποτέλεσμα που παράγει.

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1	Εισαγωγή	1
1.1	Σκοπός της Διπλωματικής Εργασίας	1
1.2	Δομή της Διπλωματικής Εργασίας	2
Κεφάλαιο 2	Επιχειρηματολογία	3
2.1	Τι είναι επιχειρηματολογία	3
2.2	Αφηρημένο σύστημα επιχειρηματολογίας αλά Dung	5
2.3	Τι είναι η διωκτικότητα	14
2.4	Αφηρημένο Διπολικό πλαίσιο επιχειρηματολογίας	15
2.5	Σύστημα μετά-επιχειρηματολογίας	22
Κεφάλαιο 3	Μέθοδοι σύγκρισης συνόλων	27
3.1	Τεχνικές για σύγκριση απόστασης ή ομοιότητας συνόλων	27
3.2	Μετρικές απόστασης συνόλων στοιχείων	30
Κεφάλαιο 4	Μέθοδοι σύγκρισης σε επιχειρηματολογία	35
4.1	Σύγκριση συνόλων επιχειρημάτων	35
4.2	Επιλογή κατάλληλης μεθόδου σύγκρισης συνόλων	40
4.3	Σύγκριση προφίλ με βάση τις θεωρίες τους	41
4.4	Σύγκριση προφίλ με βάση τις ευσταθείς επεκτάσεις	50
4.5	Συμπεράσματα σε σχέση με τους δύο τρόπους σύγκρισης	58
Κεφάλαιο 5	Σύστημα Υλοποίησης	59
5.1	Επεξήγηση συστήματος υλοποίησης	59
5.2	Αποτελέσματα υλοποίησης	63
Κεφάλαιο 6	Συμπεράσματα	68
6.1	Συμπεράσματα υλοποίησης	68
6.2	Μελλοντικές επεκτάσεις	69
Βιβλιογραφία		70

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

1.1 Σκοπός της Διπλωματικής Εργασίας	1
1.2 Δομή της Διπλωματικής Εργασίας	2

1.1 Σκοπός της Διπλωματικής Εργασίας

Πρωταρχικός στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη διαφόρων μεθόδων για σύγκριση συνόλων επιχειρημάτων με βάση ένα αρχικό πρότυπο από επιχειρήματα που ονομάζεται προφίλ, έτσι ώστε να αποφασιστεί το πιο όμοιο σύνολο με το αρχικό προφίλ. Το πρόβλημα αυτό εμφανίζεται σε προβλήματα διαπραγμάτευσης. Ο διάλογος κατά τη διάρκεια της διαπραγμάτευσης μεταξύ των ανθρώπων, όταν η επιχειρηματολογία έχει επιλεγεί ως ο βασικός τρόπος διαπραγμάτευσης, απαιτεί την σωστή επιλογή επιχειρημάτων που θα χρησιμοποιηθούν σε κάθε περίπτωση. Η σωστή αυτή επιλογή ενός συνόλου επιχειρημάτων για κάθε περίπτωση αντιστοιχεί σε ένα προφίλ από επιχειρήματα. Άρα, πρέπει να υπάρχει τρόπος να εντοπίζεται σε κάθε περίπτωση διαπραγμάτευσης, το πιο όμοιο προφίλ μέσα από πολλά σε σχέση με ένα αρχικό προφίλ, για να χρησιμοποιηθεί μετέπειτα στη διαπραγμάτευση.

Η εργασία επικεντρώνεται στις μεθόδους αυτές με τις οποίες θα γίνει η σύγκριση μεταξύ των συνόλων των επιχειρημάτων δηλαδή των διαφόρων προφίλ σε σχέση με το αρχικό πρότυπο-προφίλ. Τα σύνολα αυτά των επιχειρημάτων που θα τύχουν σύγκρισης βασίζονται στην αρχή του αφηρημένου πλαισίου επιχειρηματολογίας. Από τις μεθόδους που μελετήθηκαν από διάφορα άρθρα καθώς και από αυτές που επινοήθηκαν, μελετήθηκαν και αναλύθηκαν τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά τους για να κριθεί ποιες ήταν οι καταλληλότερες να επιλεγούν για να χρησιμοποιηθούν στη σύγκριση, έτσι ώστε να εξαχθούν τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα.

Όσον αφορά τη σύγκριση αυτή των διαφόρων προφίλ, το πρόγραμμα δεν περιορίζεται στη σύγκριση των θεωριών με βάση τα σύνολα που προκύπτουν από τις επιθέσεις

μεταξύ των επιχειρημάτων αλλά γίνεται και σύγκριση με βάση τις ευσταθείς επεκτάσεις των θεωριών που προκύπτουν, μια έννοια που εισάγεται στα πλαίσια της θεωρίας της επιχειρηματολογίας, έτσι ώστε να μπορεί να εξαχθεί ένα συνολικό αποτέλεσμα από τις συγκρίσεις με τους δύο αυτούς τρόπους.

1.2 Δομή της Διπλωματικής Εργασίας

Στόχος του πρώτου μέρους της Διπλωματικής Εργασίας ήταν η εξοικείωση με τον τομέα της επιχειρηματολογίας γενικά. Συγκεκριμένα στόχος ήταν η εξοικείωση με διαφόρων ειδών συστήματα επιχειρηματολογίας και τον τρόπο λειτουργίας τους. Μέσα από διάφορα άρθρα έγινε μελέτη σχετικά με τα συστήματα επιχειρηματολογίας και τις εφαρμογές τους. Στο Κεφάλαιο 2 παρουσιάζεται η θεωρία για τα συστήματα επιχειρηματολογίας καθώς και επεξηγηματικά παραδείγματα. Στη συνέχεια έγινε μελέτη διαφόρων μεθόδων σύγκρισης μεταξύ των συνόλων επιχειρημάτων και των εφαρμογών τους σε παραδείγματα όπως παρουσιάζονται στο Κεφάλαιο 3. Επόμενο βήμα μετά την μελέτη διαφόρων μεθόδων σύγκρισης συνόλων στοιχείων γενικά, ήταν η μελέτη μεθόδων σύγκρισης συγκεκριμένα στον τομέα της επιχειρηματολογίας. Στο Κεφάλαιο 4 εξετάζεται η καταλληλότητα κάθε μεθόδου με συγκεκριμένα παραδείγματα έτσι ώστε να μπορεί να επιλεγεί η κατάλληλη μέθοδος που επιφέρει το καλύτερο αποτέλεσμα. Η περιγραφή του συστήματος σύγκρισης που υλοποιήθηκε ακολουθεί στο Κεφάλαιο 5 καθώς και τα διάφορα πειράματα με τα αποτελέσματά τους. Στο έκτο και τελευταίο κεφάλαιο γίνεται αξιολόγηση των μεθόδων που υλοποιήθηκαν καθώς και των δύο τρόπων σύγκρισης μεταξύ των διαφόρων προφίλ, παρουσιάζονται γενικά συμπεράσματα καθώς και μελλοντικές επεκτάσεις που θα μπορούσαν να πραγματοποιηθούν.

Κεφάλαιο 2

Επιχειρηματολογία

2.1 Τι είναι επιχειρηματολογία	3
2.2 Αφηρημένο σύστημα επιχειρηματολογίας αλά Dung	5
2.3 Τι είναι η διπολικότητα	14
2.4 Αφηρημένο Διπολικό πλαίσιο επιχειρηματολογίας	15
2.5 Σύστημα μετά-επιχειρηματολογίας	22

2.1 Τι είναι επιχειρηματολογία

Η θεωρία της επιχειρηματολογίας είναι η διεπιστημονική μελέτη του το πώς οι άνθρωποι μπορούν και συνάγουν συμπεράσματα μέσω του λογικού συλλογισμού. Περιλαμβάνει τις τέχνες και τις επιστήμες της κοινωνικής συζήτησης, του διαλόγου, της συνομιλίας, και της πειθούς. Μελετά τους κανόνες του συμπεράσματος, της λογικής, και των διαδικαστικών κανόνων τόσο στις τεχνητές όσο και στις πραγματικού κόσμου τοποθετήσεις. Περιλαμβάνει τη συζήτηση και τη διαπραγμάτευση που έχουν σαν στόχο να φτάσουν σε αποδεκτά αμοιβαία συμπεράσματα. Καλύπτει επίσης τον εριστικό διάλογο, κλάδο της κοινωνικής συζήτησης στον οποίο ο πρωταρχικός στόχος είναι η νίκη απέναντι στον αντίπαλο. Αυτή η τέχνη που μπορεί να ονομαστεί και επιστήμη, είναι συχνά ο τρόπος με τον οποίο οι άνθρωποι προστατεύουν τις πεποιθήσεις σε ορθολογιστικό διάλογο, στην καθομιλουμένη.

Η επιχειρηματολογία χρησιμοποιείται επίσης και στα πλαίσια διαφόρων επαγγελμάτων. Ένα παράδειγμα το επάγγελμα του δικηγόρου, που απαιτεί την προετοιμασία των επιχειρημάτων που θα υποβληθούν στο δικαστήριο κατά την πραγματοποίηση μιας δίκης καθώς και τον έλεγχο της εγκυρότητας ορισμένων ειδών αποδεικτικών στοιχείων. Επιχειρηματολογία χρησιμοποιείται ακόμα πολύ συχνά σε επαγγέλματα που έχουν να κάνουν με προώθηση προϊόντων είτε αυτά είναι φτηνά καθημερινά προϊόντα είτε αυτά είναι μεγάλης αξίας όπως για παράδειγμα ένα αυτοκίνητο. Ένας πωλητής αυτοκινήτων είναι απαραίτητο να γνωρίζει τι είδους επιχειρηματολογία θα χρησιμοποιήσει για κάθε

πελάτη ξεχωριστά για να έχει στο τέλος της ημέρας το μεγαλύτερο κέρδος από την πώληση αυτοκινήτων.

Τι ακριβώς όμως ορίζεται ως επιχείρημα; Ένα επιχείρημα στη λογική είναι ένα σύνολο μιας ή περισσότερων δηλωτικών προτάσεων γνωστές ως προϋποθέσεις μαζί με μια άλλη πρόταση γνωστή ως συμπέρασμα. Υπάρχουν διάφορα είδη επιχειρημάτων, εκ των οποίων τα πιο γνωστά είναι το "απαγωγικό" και "επαγωγικό." Το απαγωγικό επιχείρημα βεβαιώνει ότι η αλήθεια του συμπεράσματος είναι μια λογική συνέπεια των προϋποθέσεων. Το επαγωγικό από την άλλη, βεβαιώνει ότι η αλήθεια του συμπεράσματος υποστηρίζεται από τις προϋποθέσεις. Κάθε προϋπόθεση και το συμπέρασμα μπορούν να είναι είτε αληθή είτε ψευδή. Ενώ οι δηλώσεις σε ένα λογικό επιχείρημα αναφέρονται ως αληθείς ή ψευδείς, τα επιχειρήματα αναφέρονται ως έγκυρα ή άκυρα.

Ο τρόπος με τον οποίο η ανθρώπινη επιχειρηματολογία στοχεύει να απεικονίσει πώς χρησιμοποιεί τις συγκρουόμενες πληροφορίες για να κατασκευάσει και να αναλύσει τα επιχειρήματα είναι το λεγόμενο σύστημα επιχειρηματολογίας. Ένα σύστημα επιχειρηματολογίας περιλαμβάνει τον προσδιορισμό των επιχειρημάτων και των αντεπιχειρημάτων σχετικά με ένα ζήτημα. Μπορεί επίσης να περιέχει τη σύγκριση, ή την αξιολόγηση των επιχειρημάτων καθώς και την εξαγωγή συμπερασμάτων. Οι φορμαλισμοί που είναι βασισμένοι στη λογική έχουν μελετηθεί εκτενώς και έχουν καθιερωθεί μερικές βασικές αρχές. Αυτοί οι φορμαλισμοί υποθέτουν ένα σύνολο τύπων και έπειτα σχεδιάζουν τα επιχειρήματα και τα αντεπιχειρήματα όπου ένα αντεπιχείρημα είτε αντικρούει δηλαδή αρνείται την αξίωση του επιχειρήματος, είτε επιτίθεται δηλαδή αρνείται την υποστήριξη του επιχειρήματος.

2.2 Αφηρημένο σύστημα επιχειρηματολογίας αλά Dung

Το αφηρημένο σύστημα επιχειρηματολογίας ή αλλιώς όπως ονομάζεται πλαίσιο επιχειρηματολογίας εισήχθη ως έννοια από τον Dung [1]. Καθορίζεται από ένα ζεύγος $\langle A, R \rangle$ όπου το A είναι ένα σύνολο πεπερασμένο ή μη, τα στοιχεία του οποίου ονομάζονται επιχειρήματα και το R μια δυαδική σχέση πάνω στο σύνολο A , που ορίζεται ως σχέση «επίθεσης» μεταξύ των επιχειρημάτων.

Αναπαράσταση συστήματος επιχειρηματολογίας ή πλαισίου επιχειρηματολογίας:

Το σύστημα επιχειρηματολογίας μπορεί να απεικονιστεί με ένα κατευθυνόμενο γράφο, οι κόμβοι του οποίου αντιπροσωπεύουν τα επιχειρήματα και τα βέλη τις σχέσεις «επίθεσης» μεταξύ των επιχειρημάτων. Η κατεύθυνση του βέλους καθορίζεται ανάλογα με το πιο επιχείρημα κάνει «επίθεση» σε πιο. Ένα απλό παράδειγμα ενός συστήματος επιχειρηματολογίας φαίνεται πιο κάτω:

Γιάννης -> Επιχείρημα A: Παιδιά σήμερα που δεν έχουμε πανεπιστήμιο γιατί δεν παίρνουμε μια ομάδα και να πάμε να παίξουμε ποδόσφαιρο;

Κώστας -> Επιχείρημα B: Καλή ιδέα αλλά είναι συννεφιά που σημαίνει θα βρέξει καλύτερα να μην πάμε.



Τα επιχειρήματα A, B αναπαριστούνται με κόμβους και η δυαδική σχέση επίθεσης από το B προς το A με το κατευθυνόμενο βέλος.

Σημασιολογία αφηρημένου πλαισίου επιχειρηματολογίας:

Η σημασιολογία της αφηρημένης επιχειρηματολογίας είναι ο τυπικός ορισμός της μεθόδου που διέπει την διαδικασία αξιολόγησης του επιχειρήματος [9]. Η διαδικασία αξιολόγησης του επιχειρήματος είναι η διαδικασία που θα αποφασίσει κατά πόσον ένα επιχείρημα θεωρείται αιτιολογημένο ή όχι. Με τον όρο αιτιολογημένο εννοούμε ότι το επιχείρημα με κάποιο τρόπο μπορεί να «επιβιώσει» από τις επιθέσεις που λαμβάνει από άλλα επιχειρήματα. Η αιτιολόγηση του επιχειρήματος κρίνεται αναγκαία αφού δεν μπορούν σε ένα σύστημα επιχειρηματολογίας να έχουν υπόσταση όλα τα επιχειρήματα έχοντας την δυνατότητα να επιτεθεί το ένα στο άλλο.

Υπάρχουν δύο προσεγγίσεις σημασιολογίας αφηρημένης επιχειρηματολογίας:

1. Σημασιολογία με βάση τις επεκτάσεις (extension-based)
2. Σημασιολογία με βάση τις ετικέτες (labeling-based)

1. Σημασιολογία με βάση τις επεκτάσεις (extension-based)

Με αυτήν την προσέγγιση ο ορισμός της σημασιολογίας ορίζει το σύνολο των επεκτάσεων από το πλαίσιο επιχειρηματολογίας $\langle A, R \rangle$, όπου μια επέκταση είναι υποσύνολο του A , που αντιπροσωπεύουν ένα σύνολο επιχειρημάτων που μπορούν να «επιβιώσουν» από επιθέσεις άλλων επιχειρημάτων. Αν ένα επιχείρημα ανήκει στο σύνολο αυτών των επεκτάσεων τότε είναι αιτιολογημένο.

Αυστηρός ορισμός:

Δεδομένης μιας σημασιολογίας S και ενός πλαισίου επιχειρηματολογίας AF υπάρχουν δύο τρόποι αιτιολόγησης για ένα επιχείρημα a σε ένα πλαίσιο επιχειρηματολογίας [7]:

1) Σκεπτικά αιτιολογημένο: (Skeptically justified)

Ένα επιχείρημα ανήκει σε αυτόν τον τύπο αν ανήκει σε κάθε επέκταση (extension) του συνόλου των επεκτάσεων του πλαισίου επιχειρηματολογίας.

Συνεπώς ένα επιχείρημα a είναι σκεπτικά αιτιολογημένο αν και μόνο αν $\forall E \in Es(AF) a \in E$

2) Εύπιστα αιτιολογημένο: (Credulously justified)

Ένα επιχείρημα ανήκει σε αυτόν τον τύπο αν υπάρχει μια επέκταση (extension) του συνόλου των επεκτάσεων του πλαισίου επιχειρηματολογίας στο οποίο ανήκει.

Άρα ένα επιχείρημα a είναι εύπιστα αιτιολογημένο αν και μόνο αν $\exists E \in Es(AF) a \in E$

Αρχές που διέπουν τη σημασιολογία βασισμένη σε επεκτάσεις [9]:

1. Μή-σύγκρουση [3](conflict-free)

Σύμφωνα με την αρχή αυτή, αν ένα επιχείρημα a κάνει επίθεση σε ένα επιχείρημα b , τότε το a και το b δεν μπορούν να συμπεριληφθούν μαζί σε μια επέκταση [7].

Αυστηρός ορισμός:

$AF = \langle A, R \rangle$ ένα σύνολο $B \subseteq A$, $a_i, a_j \in A$

B conflict-free (cf) αν και μόνο αν $\nexists a_i, a_j \in B$ τ. ω. $(a_i, a_j) \in R$

Ένα σύνολο ενός πλαισίου επιχειρηματολογίας AF που υποστηρίζει την αρχή αυτή συμβολίζεται με cf.

2. Αποδεκτό ή υπερασπιζόμενο επιχείρημα (acceptable or defended)

Ένα επιχείρημα είναι αποδεκτό αν υπάρχει ένα σύνολο το οποίο «αντεπιτίθεται» σε όλα τα επιχείρημα που κάνουν επίθεση στο επιχείρημα αυτό. Η αρχή αυτή βασίζεται στον δεύτερο τύπο αιτιολόγησης επιχειρημάτων «εύπιστα αιτιολογημένο».

Αυστηρός ορισμός:

$AF = \langle A, R \rangle$ ένα σύνολο $B \subseteq A$, $a_i \in A$

a_i αποδεκτό ή υπερασπιζόμενο από το B , αν και μόνο αν $\forall a_j \in A$, αν $(a_j, a_i) \in R$, τότε $\exists a_k \in B$ τ. ω. $(a_k, a_j) \in R$

Η συνάρτηση που δεδομένου ενός συνόλου $B \subseteq A$ επιστρέφει το σύνολο των αποδεκτών επιχειρημάτων ονομάζεται χαρακτηριστική συνάρτηση του πλαισίου επιχειρηματολογίας AF και συμβολίζεται με F_{AF} .

3. Παραδεκτό επιχείρημα (admissible)

Ένα σύνολο είναι παραδεκτό αν υπακούει την αρχή μή-σύγκρουση και υπερασπίζεται όλα του τα επιχειρήματα.

Αυστηρός ορισμός:

$AF = \langle A, R \rangle$ ένα σύνολο $B \subseteq A$ είναι παραδεκτό αν και μόνο αν $cf(B)$ και $\forall a \in B$ είναι αποδεκτό.

Το σύνολο όλων των παραδεκτών συνόλων ενός πλαισίου επιχειρηματολογίας AF συμβολίζεται με $AS(AF)$.

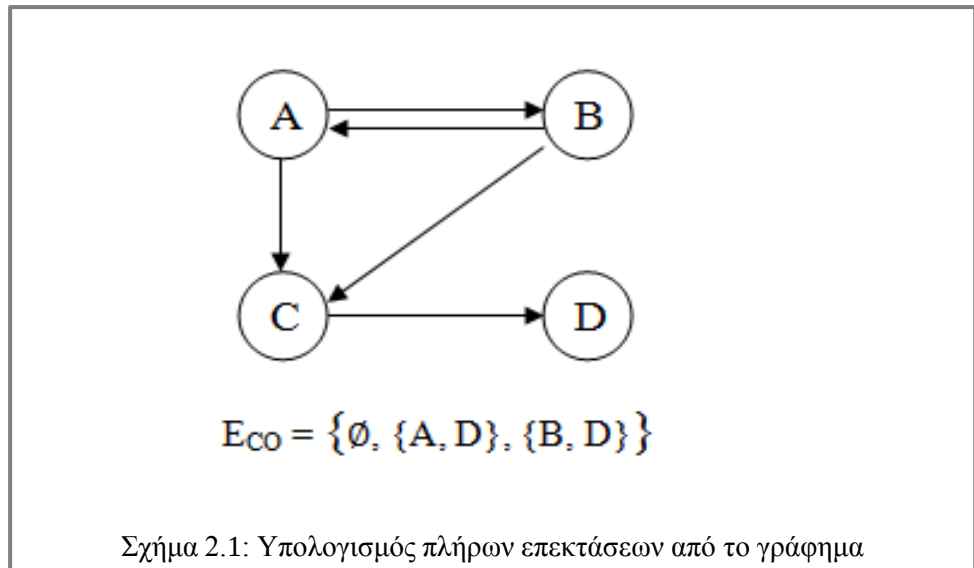
Πιο κάτω παρουσιάζονται πέντε μέθοδοι σημασιολογίας με βάση τις επεκτάσεις:

1. Πλήρης σημασιολογία [9] (Complete semantics - CO)

Μια πλήρης επέκταση (complete extension) είναι ένα σύνολο που είναι σε θέση να υπερασπιστεί τον εαυτό του και περιλαμβάνει όλα τα επιχειρήματα που υποστηρίζει [8]. Η πλήρης επέκταση συμβολίζεται ως E_{CO} .

Αυστηρός ορισμός:

Δεδομένου ενός πλαισίου επιχειρηματολογίας $AF = \langle A, R \rangle$, ένα σύνολο $E \subseteq A$ είναι ευσταθής επέκταση E_{CO} αν και μόνο αν το E είναι παραδεκτό (admissible) και κάθε επιχείρημα του A που είναι αποδεκτό ανήκει στο E
 $\tau. \omega. E \in AS(AF) \wedge F_{AF}(E) \subseteq E$

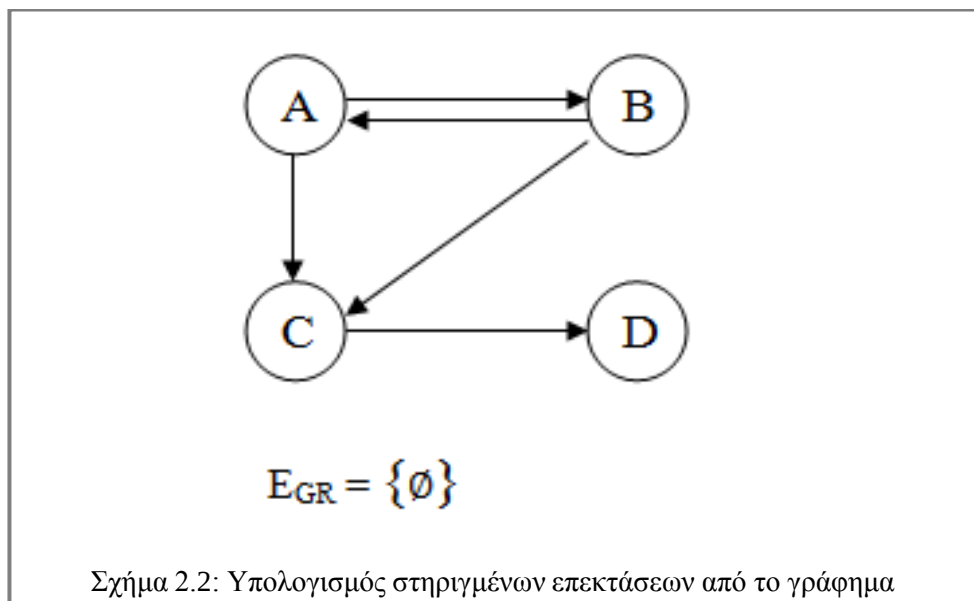


2. Στηριγμένη σημασιολογία [9] (Grounded semantics - GR)

Είναι η ελάχιστη ευσταθής επέκταση. Η στηριγμένη επέκταση συμβολίζεται ως E_{GR} . Περιλαμβάνει τα επιχειρήματα των οποίων η υπεράσπιση προέρχεται από επιχειρήματα τα οποία δεν δέχονται επιθέσεις.

Αυστηρός ορισμός:

Δεδομένου ενός πλαισίου επιχειρηματολογίας $AF = \langle A, R \rangle$ ένα σύνολο $E \subseteq A$ είναι στηριγμένη επέκταση $E_{GR}(AF)$, και $E \in E_{CO}(AF)$ αν $\forall B \in E_{CO}(AF)$ τότε $E_{GR}(AF) \subseteq B$

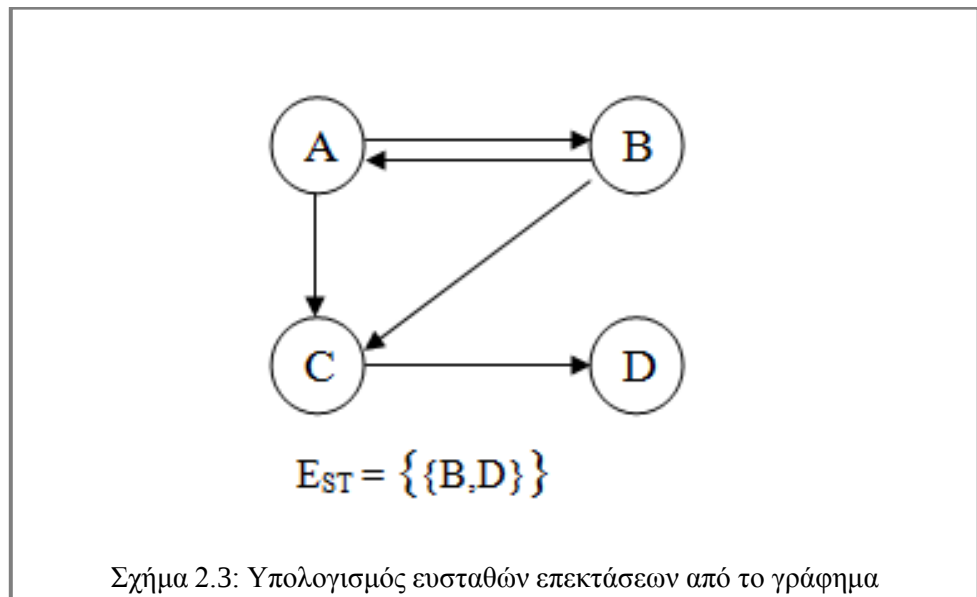


3. Ευσταθής σημασιολογία (Stable semantics - ST)

Μια ευσταθής επέκταση (stable extension) είναι ένα σύνολο που είναι σε θέση να επιτίθεται σε όλα τα επιχειρήματα που δεν περιλαμβάνονται σε αυτό. Η ευσταθής επέκταση συμβολίζεται ως E_{ST} .

Αυστηρός ορισμός:

Δεδομένου ενός πλαισίου επιχειρηματολογίας $AF = \langle A, R \rangle$ και ενός συνόλου $S \subseteq A$ που υποστηρίζει την αρχή μη-σύγκρουση (conflict-free), το σύνολο S είναι ευσταθής επέκταση αν και μόνο αν $\forall B \notin S, \exists A \in S$ τ.ω. $(A, B) \in R$

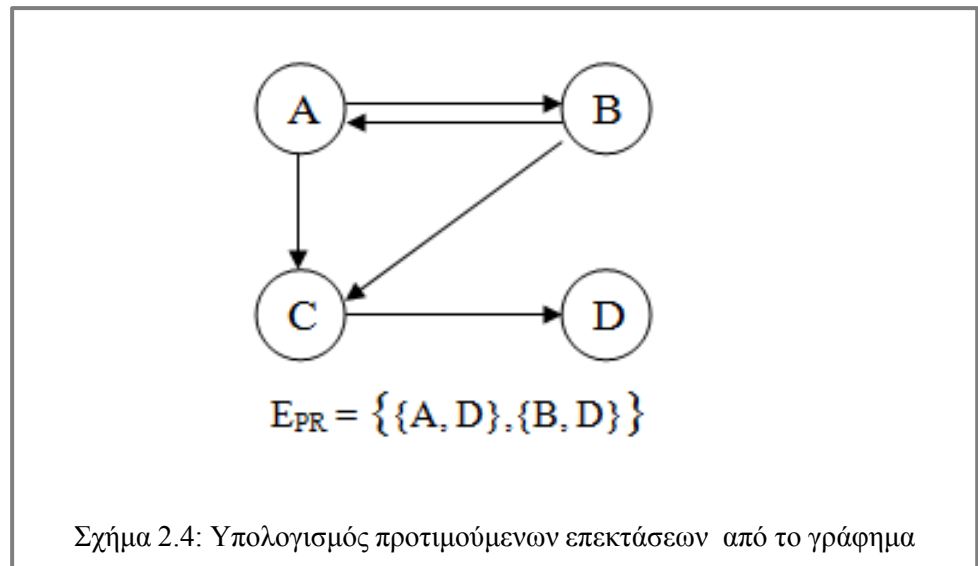


4. Προτιμώμενη σημασιολογία [9] (Preferred semantics - PR)

Μια προτιμώμενη επέκταση (preferred extension) είναι ένα σύνολο που είναι όσο το δυνατόν μεγαλύτερο και μπορεί να υπερασπιστεί τον εαυτό του από επιθέσεις [8]. Η προτιμώμενη επέκταση συμβολίζεται ως E_{PR} .

Αυστηρός ορισμός:

Δεδομένου ενός πλαισίου επιχειρηματολογίας $AF = \langle A, R \rangle$, ένα σύνολο $E \subseteq A$ είναι προτιμώμενη επέκταση αν και μόνο αν το E είναι μέγιστο στοιχείο του $AS(AF)$.

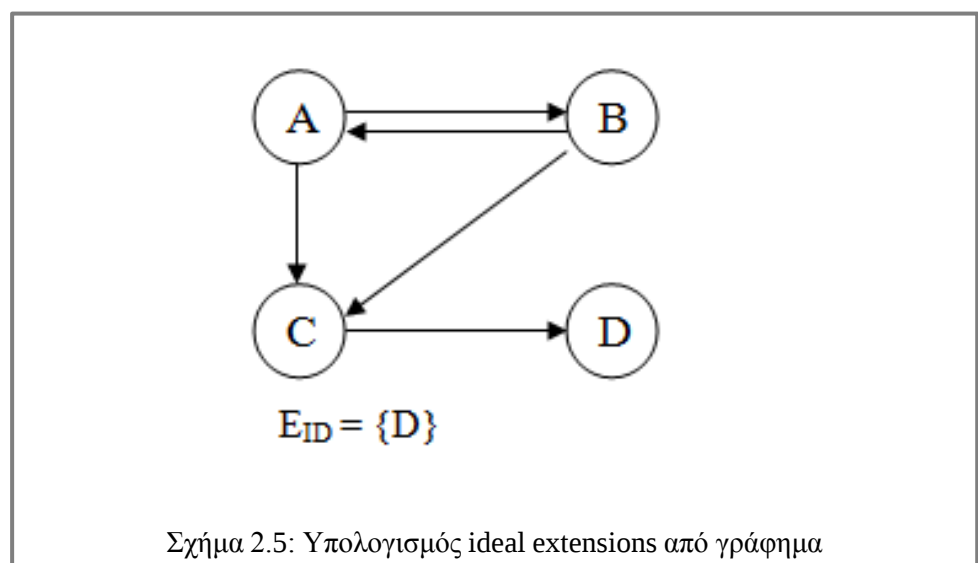


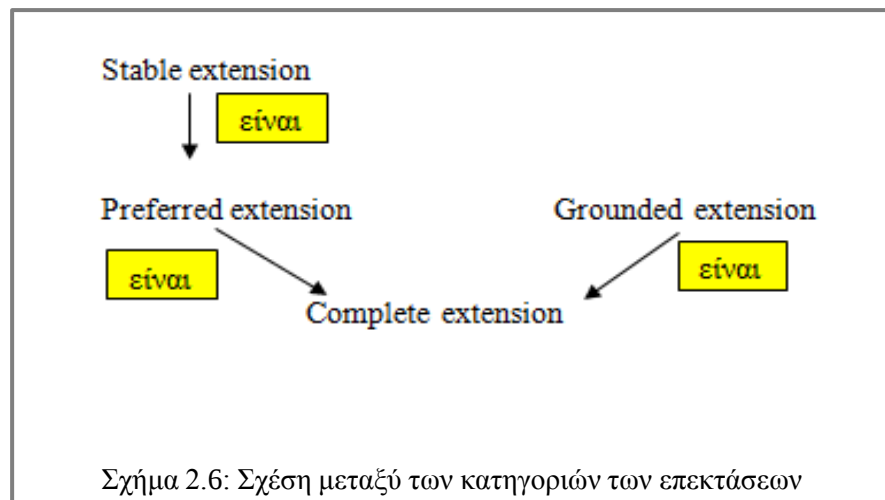
5. Ιδανική σημασιολογία [9] (Ideal semantics - ID)

Μια ιδανική επέκταση (ideal extension) επιτρέπει την αποδοχή ενός συνόλου από επιχειρήματα πιθανότατα μεγαλύτερου από ότι στην περίπτωση της στηριγμένης επέκτασης. Η ιδανική επέκταση συμβολίζεται ως E_{ID} .

Αυστηρός ορισμός:

Δεδομένου ενός πλαισίου επιχειρηματολογίας $AF = \langle A, R \rangle$, ένα σύνολο $B \subseteq A$ είναι ιδανική επέκταση αν και μόνο αν B είναι παραδεκτό και $\forall E \in E_{PR}(AF) B \subseteq E$.





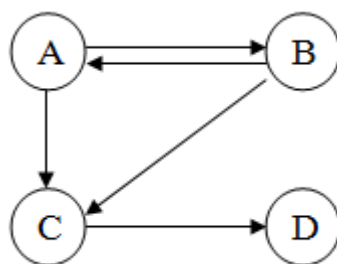
2. Σημασιολογία με βάση τις ετικέτες (labeling-based)

Με αυτήν την προσέγγιση ο ορισμός της σημασιολογίας ορίζει το σύνολο ετικετών από το πλαίσιο επιχειρηματολογίας $\langle A, R \rangle$, όπου μια ετικέτα L είναι μια ανάθεση σε κάθε επιχείρημα στο σύνολο A μιας ετικέτας από ένα προκαθορισμένο σύνολο L' [2]. Το προκαθορισμένο αυτό σύνολο L' αντιστοιχεί στις πιθανές εναλλακτικές καταστάσεις ενός επιχειρήματος αν θεωρήσουμε ότι σε κάθε επιχείρημα ανατίθεται μόνο μια ετικέτα. Οι πιθανές εναλλακτικές καταστάσεις του συνόλου L' είναι:

- Μέσα: (in) Το επιχείρημα παίρνει την επισήμανση-ετικέτα αυτή αν μπορεί να «απαντήσει» στις επιθέσεις που δέχεται.

Γενικά ένα επιχείρημα παίρνει την ετικέτα “in” αν όλα τα επιχειρήματα που του επιτίθενται έχουν την επισήμανση-ετικέτα “out”.

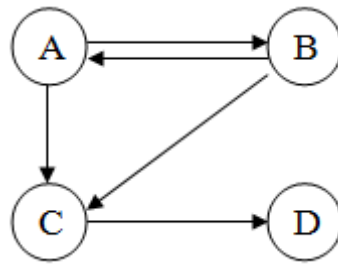
Παράδειγμα:



$\text{Lab}(D) = \{\text{in}\}$

- Έξω: (out) Το επιχείρημα παίρνει την επισήμανση –ετικέτα αυτή αν υπάρχει έστω και ένα επιχείρημα που του επιτίθεται και έχει την επισήμανση-ετικέτα “in”.

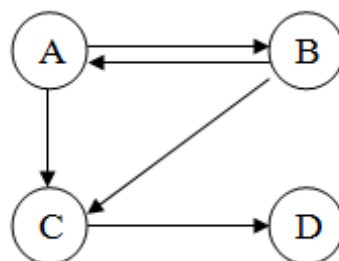
Παράδειγμα:



$\text{Lab}(C) = \{\text{out}\}$

- Αναποφάσιστο: (undecided) Το επιχείρημα παίρνει αυτήν την επισήμανση –ετικέτα αν δεν υπάρχει κάποια θέση σχετικά με το αν γίνεται αποδεκτό ή όχι.

Παράδειγμα:



$\text{Lab}(A) = \{\text{undecided}\}, \text{Lab}(B) = \{\text{undecided}\}$

2.3 Τι είναι η διπολικότητα επιχειρημάτων

Στα περισσότερα συστήματα επιχειρηματολογίας εξετάζεται μόνο ένα είδος αλληλεπίδρασης μεταξύ των επιχειρημάτων η σχέση επίθεσης όπως περιγράφηκε στο υποκεφάλαιο 2.2. Εντούτοις, πρόσφατες μελέτες στον τομέα της επιχειρηματολογίας έχουν δείξει ότι μπορεί να υπάρξει ακόμα ένα είδος αλληλεπίδρασης μεταξύ των επιχειρημάτων, η σχέση υποστήριξης, μια ακριβώς αντίθετη δηλαδή σχέση με αυτήν της επίθεσης. Έτσι εισήχθηκε η έννοια της διπολικότητας η ύπαρξη δηλαδή δύο ανεξάρτητων ειδών πληροφοριών που είναι διαμετρικά αντίθετες [8] [10].

Η έννοια αυτής της διπολικότητας έχει μελετηθεί ευρέως σε διάφορους τομείς όπως η αναπαράσταση γνώσης και προτίμησης. Στην περίπτωση της απεικόνισης της προτίμησης παρατηρούμε να ξεχωρίζουν δύο ειδών αντίθετες προτιμήσεις, οι θετικές που αντιπροσωπεύουν τι θέλει κάποιος και οι αρνητικές που αντιπροσωπεύουν τι είναι αυτό που απορρίπτει κάποιος. Μια άλλη εφαρμογή της αρχής αυτής χρησιμοποιείται στη λήψη αποφάσεων, όπου κάποιος λαμβάνει υπόψη κάποιες πληροφορίες υπέρ κάποιας απόφασης ενώ κάποιος άλλος εναντίον μιας απόφασης.

Υπάρχουν 3 κατηγορίες διπολικότητας που διακρίνονται με βάση κάποια χαρακτηριστικά :

- Αποκλειστικότητα: (exclusivity) η δυνατότητα μια πληροφορία να είναι ταυτόχρονα και θετική αλλά και αρνητική
- Διαδικτικότητα: (duality) η δυνατότητα υπολογισμού αρνητικής πληροφορίας χρησιμοποιώντας θετική πληροφορία
- Εξαντλητικότητα: (exhaustivity) η δυνατότητα μια πληροφορία να μην είναι ούτε θετική αλλά ούτε και αρνητική.

Οι τρεις αυτές κατηγορίες είναι [4] [6]:

1. Συμμετρική μονομεταβλητή διπολικότητα: (Symmetric univariate bipolarity)
Σύμφωνα με αυτόν τον τύπο διπολικότητας τα χαρακτηριστικά χωρίζονται σε αρνητικά και θετικά. Μπορούν να αναπαρασταθούν σε μια μονομεταβλητή κλίμακα, όπου στο κέντρο του άξονα της κλίμακας υπάρχει

η ουδέτερη τιμή 0, δεξιά οι θετικές τιμές και αριστερά οι αρνητικές τιμές που αντιστοιχούν στα θετικά και αρνητικά χαρακτηριστικά αντίστοιχα.

2. Διπλή διμεταβλητή διπολικότητα: (Dual bivariate bipolarity)

Σύμφωνα με αυτόν τον τύπο διπολικότητας, υπάρχει διπολικότητα μεταξύ των χαρακτηριστικών και μπορούν να είναι και θετικά και αρνητικά ταυτόχρονα και χρειάζονται δύο ξεχωριστές κλίμακες για να τα αναπαραστήσουν παρόλο που προέρχονται από τα ίδια δεδομένα.

3. Ετερογενής διπολικότητα: (Heterogeneous bipolarity)

Σύμφωνα με αυτόν τον τύπο διπολικότητας, ένα θετικό χαρακτηριστικό δεν προέρχεται από την ίδια πηγή με ένα θετικό. Τα θετικά και αρνητικά χαρακτηριστικά είναι διαφορετικής φύσης. Πρέπει να υπάρχει ένας βαθμός συνοχής μεταξύ τους.

2.4 Αφηρημένο Διπολικό πλαίσιο επιχειρηματολογίας

Το διπολικό σύστημα επιχειρηματολογίας ή αλλιώς όπως ονομάζεται πλαίσιο επιχειρηματολογίας BAF αποτελεί μια προέκταση του αφηρημένου συστήματος επιχειρηματολογίας. Καθορίζεται από μια τριάδα $\langle A, R_{att}, R_{sup} \rangle$ όπου το A είναι ένα σύνολο πεπερασμένο ή μη, τα στοιχεία του οποίου ονομάζονται επιχειρήματα, το R_{att} μια δυαδική σχέση πάνω στο σύνολο A που ορίζεται ως σχέση «επίθεσης» μεταξύ των επιχειρημάτων και το R_{sup} μια δυαδική σχέση πάνω στο σύνολο A που ορίζεται ως σχέση «υποστήριξης» μεταξύ των επιχειρημάτων.

Αναπαράσταση συστήματος επιχειρηματολογίας ή πλαισίου επιχειρηματολογίας:

Το σύστημα επιχειρηματολογίας απεικονίζεται με ένα κατευθυνόμενο γράφο, οι κόμβοι του οποίου αντιπροσωπεύουν τα επιχειρήματα και τα βέλη τις σχέσεις μεταξύ των επιχειρημάτων. Υπάρχουν δύο ειδών βέλη για την αναπαράσταση των σχέσεων μεταξύ των επιχειρημάτων. Το βέλος $\longrightarrow$ για τη σχέση «επίθεσης» μεταξύ των επιχειρημάτων και το βέλος $\curvearrowright$ για τη σχέση «υποστήριξης» μεταξύ των επιχειρημάτων. Η κατεύθυνση του βέλους καθορίζεται ανάλογα με το ποιο επιχείρημα κάνει «επίθεση»

σε ποιο. Ένα απλό παράδειγμα ενός συστήματος επιχειρηματολογίας φαίνεται πιο κάτω:

Παράδειγμα:

Τρεις φίλοι ο Γιάννης , ο Κώστας και ο Παναγιώτης θέλουν να σχηματίσουν μια εντεκάδα για να παίξουν ποδόσφαιρο. Για να παίξουν θέλουν να είναι ηλιόλουστος ο καιρός, αν δεν είναι τελείως ηλιόλουστος και έχει σύννεφα δεν τους πειράζει και τόσο, αν είναι μόνο συννεφιά είναι υποφερτό αλλά σε καμιά περίπτωση δεν θέλουν να βρέξει.

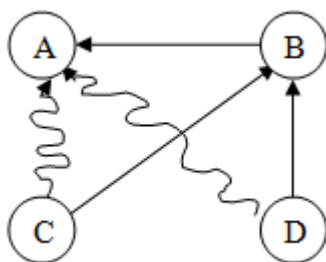
Γιάννης -> Επιχείρημα Α: Παιδιά σήμερα που δεν έχουμε πανεπιστήμιο γιατί δεν παίρνουμε μια ομάδα και να πάμε να παίξουμε ποδόσφαιρο;

Κώστας -> Επιχείρημα Β: Καλή ιδέα αλλά είναι συννεφιά που σημαίνει θα βρέξει καλύτερα να μην πάμε.

Πάνος -> Επιχείρημα Γ: Ναι, αλλά τα σύννεφα αυτά είναι σύννεφα ομίχλης ο καιρός θα είναι ηλιόλουστος άρα να πάμε.

Γιάννης -> Επιχείρημα Δ: Για να πούμε την αλήθεια τα σύννεφα αυτά δεν είναι σύννεφα ομίχλης έχει γενικά συννεφιά σήμερα , δεν έχει ήλιο, όμως είναι πολύ λίγα και δεν νομίζω να αυξηθούν ώστε να βρέξει, για αυτό νομίζω να πάμε.

Σχηματικά:



Στο διπολικό αφηρημένο πλαίσιο επιχειρηματολογίας εισάγονται τώρα δύο βασικές έννοιες που έχουν να κάνουν με τις σχέσεις μεταξύ των επιχειρημάτων και παρουσιάζονται πιο κάτω:

1. Επίθεση συνόλου (Set-attacks)

Σε ένα πλαίσιο επιχειρηματολογίας BAF ένα σύνολο B που είναι υποσύνολο του A $B \subseteq A$ επιτίθεται σε ένα επιχείρημα a_i που ανήκει στο σύνολο A αν υπάρχει μια υποστηριζόμενη ή απευθείας επίθεση για το επιχείρημα αυτό από κάποιο άλλο στοιχείο a_j του B .

2. Υποστήριξη συνόλου (Set-supports)

Σε ένα πλαίσιο επιχειρηματολογίας BAF ένα σύνολο B που είναι υποσύνολο του A $B \subseteq A$ υποστηρίζει ένα επιχείρημα a_i που ανήκει στο σύνολο A αν υπάρχει μια ακολουθία υποστηρίξεων για το επιχείρημα αυτό από κάποιο άλλο στοιχείο a_j του B .

Σημασιολογία αφηρημένου διπολικού πλαισίου επιχειρηματολογίας:

Η σημασιολογία του αφηρημένου διπολικού πλαισίου επιχειρηματολογίας είναι ο επίσημος ορισμός της μεθόδου που διέπει την διαδικασία αξιολόγησης του επιχειρήματος. Η διαδικασία αξιολόγησης του επιχειρήματος είναι η διαδικασία που θα αποφασίσει κατά πόσον ένα επιχείρημα θεωρείται αιτιολογημένο ή όχι. Με τον όρο αιτιολογημένο εννοούμε ότι το επιχείρημα με κάποιο τρόπο μπορεί να «επιβιώσει» από τις επιθέσεις που λαμβάνει από άλλα επιχειρήματα. Η αιτιολόγηση του επιχειρήματος κρίνεται αναγκαία αφού δεν μπορούν σε ένα σύστημα επιχειρηματολογίας να έχουν υπόσταση όλα τα επιχειρήματα έχοντας την δυνατότητα να επιτεθεί το ένα στο άλλο.

Στο αφηρημένο πλαίσιο επιχειρηματολογίας η έννοια της συνέπειας των επιχειρημάτων περιοριζόταν στην τήρηση της αρχής «μη-σύγκρουσης». Στο διπολικό πλαίσιο επιχειρηματολογίας η έννοια της συνέπειας επεκτείνεται με δύο διαφορετικές έννοιες, την εσωτερική και την εξωτερική συνέπεια.

Εσωτερική συνέπεια: απαγορεύει όχι μόνο τις απευθείας επιθέσεις μεταξύ των επιχειρημάτων αλλά ακόμα και τις υποστηριζόμενες επιθέσεις που προέρχονται από άλλα επιχειρήματα. Δεν αποδέχεται ένα σύνολο από επιχειρήματα το οποίο έχει μια σχέση «επίθεσης συνόλου» με κάποιο από τα επιχειρήματα που περιλαμβάνει.

Εξωτερική συνέπεια: δεν αποδέχεται ένα σύνολο με επιχειρήματα το οποίο έχει σχέση «επίθεσης συνόλου» ή «υποστήριξης συνόλου» στο ίδιο επιχείρημα.

Αρχές που διέπουν τη σημασιολογία βασισμένη σε επεκτάσεις:

1. Μη-σύγκρουση (conflict-free)

Η αρχή αυτή επεκτείνεται σε σχέση με το απλό αφηρημένο σύστημα επιχειρηματολογίας σύμφωνα με τις δύο έννοιες που περιγράφηκαν πιο πάνω. Σύμφωνα με την αρχή αυτή, αν ένα επιχείρημα a έχει σχέση «επίθεσης συνόλου» με ένα επιχείρημα b , τότε το a και το b δεν μπορούν να συμπεριληφθούν μαζί σε μια επέκταση.

Αυστηρός ορισμός:

$BAF = \langle A, R_{att}, R_{sup} \rangle$ ένα σύνολο $B \subseteq A$,

B υποστηρίζει την αρχή μή-σύγκρουση αν $\nexists a_i, a_j \in B$ τ. ω. $\{a_i\}$ ακολουθεί την αρχή «επίθεση συνόλου» προς το a_j .

2. Ασφαλές

Ένα σύνολο είναι ασφαλές αν δεν υπάρχει κάποιο επιχείρημα στο σύνολο A του διπολικού πλαισίου επιχειρηματολογίας με το οποίο να συνδέεται το σύνολο με μια σχέση «επίθεση συνόλου» ή και με σχέση «υποστήριξη συνόλου» ή το επιχείρημα να ανήκει στο σύνολο αυτό.

Αυστηρός ορισμός:

$BAF = \langle A, R_{att}, R_{sup} \rangle$ ένα σύνολο $B \subseteq A$,

B ασφαλές αν $\nexists a \in A$ τ. ω. B «σχέση επίθεσης» με το a , ή «σχέση υποστήριξης» με το a ή το $a \in B$.

3. Υποστηριζόμενο (defended)

Ένα επιχείρημα θεωρείται υποστηριζόμενο αν τα επιχειρήματα που του επιτίθενται άμεσα δέχονται άμεση επίθεση από άλλα επιχειρήματα [3].

Αυστηρός ορισμός:

$BAF = \langle A, R_{att}, R_{sup} \rangle$ ένα σύνολο $B \subseteq A$, $a \in A$, a υποστηριζόμενο από B αν $\forall b \in A$, αν $b R_{att} a$ τότε $\exists c \in B$ τ.ω. $c R_{att} b$.

4. Παραδεκτό (admissible)

Με την εισαγωγή των δύο εννοιών σχετικά με την συνέπεια σε ένα διπολικό πλαίσιο επιχειρηματολογίας η αρχή του παραδεκτού επεκτείνεται σε τρεις κατηγορίες.

α. d - Admissible

(d από το πλαίσιο επιχειρηματολογίας του Dung)

Ένα σύνολο B υποσύνολο του A υποστηρίζει την αρχή των μη συγκρούσεων και υπερασπίζεται όλα τα στοιχεία του.

β. s- Admissible

(s από τη λέξη safe για την αρχή του ασφαλούς)

Υποστηρίζει την αρχή του ασφαλούς και υπερασπίζεται όλα τα στοιχεία του.

γ. c- Admissible

(c από closed γιατί το παραδεκτό κλειστό για R_{sup})

Υποστηρίζει την αρχή των μη συγκρούσεων, είναι κλειστό για τη σχέση υποστήριξης και υπερασπίζεται όλα τα στοιχεία του.

c-Admissible



s- Admissible

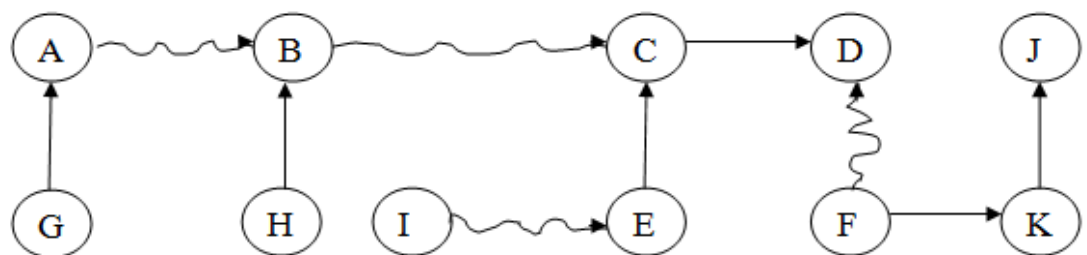


d- Admissible

είναι

είναι

Παράδειγμα:



$$\text{d-admissible} = \{ \{G,H\}, \{G,H,I\}, \{G,H,I,E\}, \{G,H,I,E,F\}, \{G,H,I,E,F,D\}, \\ \{G,H,I,E,F,D,J\} \}$$

$$\text{s-admissible} = \{ \{G,H\}, \{G,H,I\}, \{G,H,I,E\}, \{G,H,I,E,F\}, \{G,H,I,E,F,D\}, \\ \{G,H,I,E,F,D,J\} \}$$

$$\text{c-admissible} = \{ \{G,H\}, \{G,H,I,E\}, \{G,H,I,E,F,D\}, \{G,H,I,E,F,D,J\} \}$$

Από τις πέντε μεθόδους σημασιολογίας με βάση τις επεκτάσεις που παρουσιάστηκαν στο υποκεφάλαιο 2.2, επιλέγηκαν να παρουσιαστούν στο υποκεφάλαιο αυτό μόνο δύο, που τα χαρακτηριστικά τους παρουσιάζουν ενδιαφέρον όσον αφορά τις πληροφορίες που μπορούμε να αντλήσουμε από αυτά για τα συστήματα επιχειρηματολογίας.

1. Προτιμώμενη σημασιολογία (Preferred semantics)

Μια προτιμώμενη επέκταση (preferred extension) χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες όπως φαίνονται πιο κάτω:

- d- Preferred

Μια προτιμώμενη επέκταση (preferred extension) S ικανοποιεί αυτόν τον ορισμό αν είναι μέγιστο μεταξύ των d-admissible υποσυνόλων του συνόλων επιχειρημάτων A .

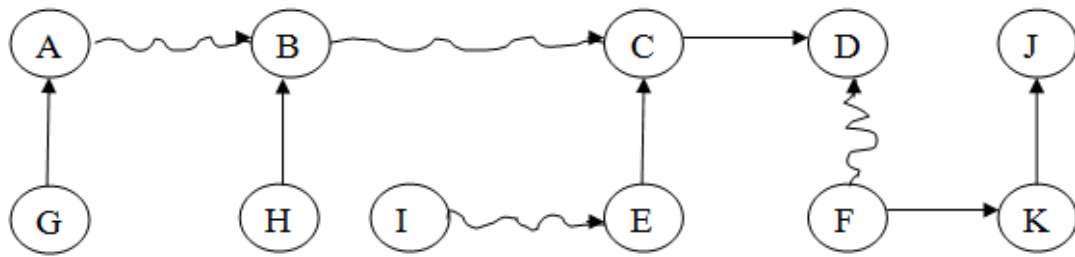
- s- Preferred

Μια προτιμώμενη επέκταση (preferred extension) S ικανοποιεί αυτόν τον ορισμό αν είναι μέγιστο μεταξύ των s-admissible υποσυνόλων του συνόλων επιχειρημάτων A .

- c- Preferred

Μια προτιμώμενη επέκταση (preferred extension) S ικανοποιεί αυτόν τον ορισμό αν είναι μέγιστο μεταξύ των c-admissible υποσυνόλων του συνόλων επιχειρημάτων A .

Παράδειγμα:



d -Preferred extension = $\{\{G, H, I, E, F, D, J\}\}$

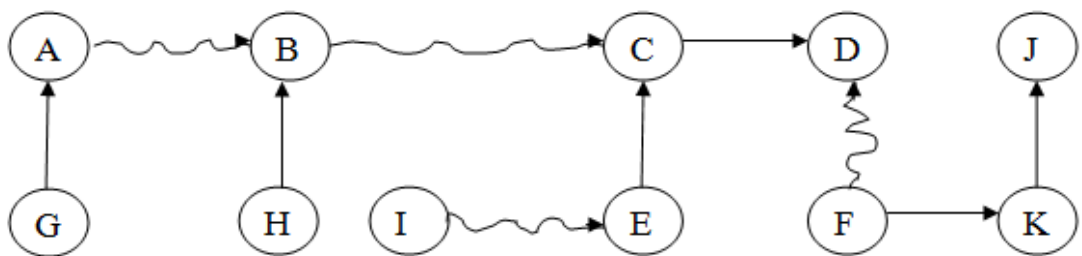
s -Preferred extension = $\{\{G, H, I, E, F, D, J\}\}$

c- Preferred extension = $\{\{G, H, I, E, F, D, J\}\}$

2. Ευσταθής σημασιολογία (Stable semantics)

Μια επέκταση(extension) S ικανοποιεί τον ορισμό αυτό αν υπακούει την αρχή χωρίς-συγκρούσεις και για κάθε επιχείρημα που δεν ανήκει στο σύνολο αυτό υπάρχει μια σχέση «επίθεσης συνόλου» προς το επιχείρημα.

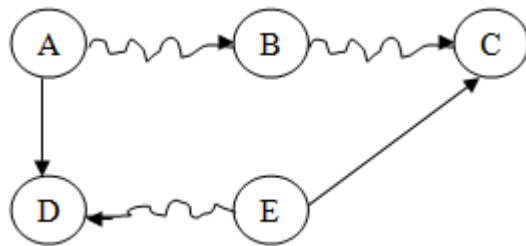
Παράδειγμα:



Stable extension = $\{\{G, H, I, E, F, D, J\}\}$

Χρησιμοποιώντας το πιο πάνω παράδειγμα δυικού πλαισίου επιχειρηματολογίας τόσο για την προτιμώμενη επέκταση όσο και για τη σταθερή επέκταση, παρατηρούμε ότι δεν αντλούμε κάποιες πληροφορίες σχετικά με αυτά αφού τυχαίνει να συμπίπτουν. Πιο κάτω όμως παρουσιάζεται ένα παράδειγμα όπου προτιμώμενες και ευσταθείς επεκτάσεις διαφέρουν.

Παράδειγμα:



Stable extension = $\{\{A, B, E\}\}$

d- Preferred extension = $\{\{A, B, E\}\}$

s- Preferred extension = $\{\{A, B\}, \{E\}\}$

c -Preferred extension = $\{\emptyset\}$

Παρατηρούμε ότι η σταθερή επέκταση (stable extension) δεν ικανοποιεί την αρχή του ασφαλούς άρα συμπεραίνουμε από τη μελέτη των δύο αυτών μεθοδολογιών ότι στην περίπτωση που επιθυμούμε μόνο την ύπαρξη της εσωτερικής συνέπεια σε ένα διπολικό πλαίσιο επιχειρηματολογίας, αρκεί να υπολογίζουμε την μοναδική σταθερή επέκταση που εξ' ορισμού είναι το ίδιο με την επέκταση d-preferred. Στην περίπτωση όμως που επιθυμούμε ένα πιο αυστηρό ορισμό σχετικά με τη συνέπεια του πλαισίου θα πρέπει να υπολογίζουμε τη μοναδική c-preferred επέκταση.

2.3 Σύστημα μετά-επιχειρηματολογίας

Η έννοια του συστήματος μετά-επιχειρηματολογίας επιλέγηκε να μελετηθεί ως το τελευταίο υποκεφάλαιο στο κεφάλαιο αυτό, αφού η υλοποίηση ενός τέτοιου

συστήματος απαιτεί την ύπαρξη ενός δυτικού πλαισίου επιχειρηματολογίας, το οποίο επεξηγήθηκε ήδη στο προηγούμενο κεφάλαιο [10].

Το σύστημα μετά-επιχειρηματολογίας ή αλλιώς μετά-πλαίσιο επιχειρηματολογίας (meta-argumentation framework) CAF καθορίζεται από ένα ζεύγος $\langle C(A), C\text{-attacks} \rangle$. Το $C(A)$ καθορίζεται ως ένα σύνολο από μετά-επιχειρήματα όπου το κάθε μετά-επιχείρημα αποτελείται από ένα σύνολο συμμαχιών που παράγονται από ένα διπολικό πλαίσιο επιχειρηματολογίας BAF. Για να καθοριστεί το σύνολο αυτών των συμμαχιών χρειάζεται να ακολουθηθούν τρία βήματα:

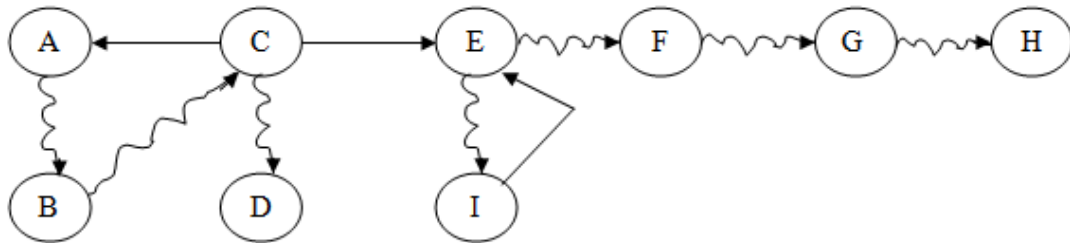
1. Υπολογισμός των μέγιστων συνόλων που υπακούουν στην αρχή χωρίς-συγκρούσεις, από ένα μέρος του δυτικού πλαισίου επιχειρηματολογίας, το οποίο καθορίζεται από το ζεύγος $\langle A, R_{att} \rangle$ και ονομάζεται AF.
2. Για κάθε ένα από τα σύνολα αυτά που υπολογίστηκαν στο βήμα 1, γίνεται καθορισμός των συνδεδεμένων συνιστωσών του υπογράφου που παράγονται από τα σύνολα αυτά.
3. Επιλογή των μεγαλύτερων δυνατών υποσυνόλων όπως αυτά καθορίστηκαν στο βήμα 2.

Το $C\text{-attacks}$ καθορίζεται ως η σχέση «μετά-επίθεσης» στις συμμαχίες. Η σχέση αυτή μετά-επίθεσης υφίσταται κάτω από τις ακόλουθες προϋποθέσεις:

1. Έστω C_1, C_2 δύο συμμαχίες που καθορίστηκαν από ένα διπολικό πλαίσιο επιχειρηματολογίας BAF. Υπάρχει σχέση μετά-επίθεσης από την C_1 προς την C_2 αν υπάρχει ένα επιχείρημα a στη συμμαχία C_1 και ένα επιχείρημα b στην C_2 και υπάρχει σχέση επίθεσης από το a στο b , $a R_{att} b$
2. Έστω C_1, C_2 δύο ξεχωριστές συμμαχίες χωρίς κανένα κοινό επιχείρημα τότε υπάρχει σχέση επίθεσης από την C_1 προς C_2 ή από την C_2 προς την C_1 .

Παράδειγμα:

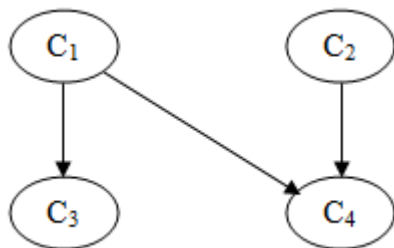
Το διπολικό πλαίσιο επιχειρηματολογίας BAF απεικονίζεται με τον πιο κάτω γράφο:



Οι συμμαχίες που παράγονται από αυτό είναι οι ακόλουθες:

$$C_1 = \{B, C, D\}, C_2 = \{I\}, C_3 = \{A, B\}, C_4 = \{E, F, G, H\}$$

Το CAF που παράγεται είναι το ακόλουθο:



Παρατηρούμε ότι υπάρχει σχέση επίθεσης από την συμμαχία C_1 στην C_3 σύμφωνα με την πρώτη προϋπόθεση, δηλαδή υπάρχει ένα επιχείρημα που ανήκει στην συμμαχία C_1 που συνδέεται με σχέση επίθεσης με ένα επιχείρημα που ανήκει στη συμμαχία C_3 . Ακόμα υπάρχει σχέση επίθεσης από τη συμμαχία C_1 στην C_4 και από την C_2 στην C_4 σύμφωνα με την δεύτερη προϋπόθεση, αφού τα δύο σύνολα που αντιπροσωπεύουν τις συμμαχίες δεν έχουν κανένα κοινό στοιχείο και είναι πιθανή σχέση επίθεσης ή από το πρώτο στο δεύτερο ή από το δεύτερο στο πρώτο σύνολο.

Αρχές που διέπουν τα μετά-επιχειρήματα:

1. Μή-σύγκρουση:

Το σύνολο των συμμαχιών ενός μετά-πλαισίου επιχειρηματολογίας υπακούει στην αρχή αυτή αν το σύνολο των ενώσεων των συμμαχιών υπακούει στην αρχή

χωρίς-συγκρούσεις για το AF δηλαδή ένα μέρος του δυικού πλαισίου το οποίο καθορίζεται από το ζεύγος $\langle A, R_{att} \rangle$.

Αυστηρός ορισμός:

$\{C_1, \dots, C_p\}$ πεπερασμένο σύνολο από διακριτές συμμαχίες. $\{C_1, C_2, \dots, C_p\}$ υπακούει την αρχή μή-σύγκρουση αν $C_1 \cup \dots \cup C_p$ μή-σύγκρουση για το AF.

Ως συνέχεια του υποκεφαλαίου 2.4 όπου παρουσιάστηκαν δύο μέθοδοι σημασιολογίας με βάση τις επεκτάσεις, οι ίδιες μέθοδοι επιλέγηκαν να παρουσιαστούν και σε αυτό το υποκεφάλαιο.

1. Συμμαχία με βάση την προτιμώμενη επέκταση (Coalition- preferred extension - C_p)

Μια επέκταση (extension) που είναι υποσύνολο του συνόλου επιχειρημάτων ενός δυικού πλαισίου επιχειρηματολογίας είναι προτιμώμενη (preferred) αν υπάρχει ένα σύνολο από συμμαχίες το οποίο είναι preferred extension του μετά-πλαισίου επιχειρηματολογίας τ . ω. η επέκταση να είναι ίση με την ένωση των συμμαχιών αυτών.

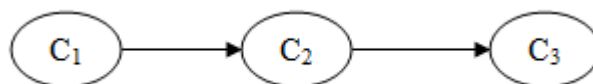
Αυστηρός ορισμός:

$BAF = \langle A, R_{att}, R_{sup} \rangle$, ένα σύνολο $B \subseteq A$ είναι coalition-preferred extension ενός BAF αν υπάρχει $\{C_1, \dots, C_p\}$ προτιμώμενη επέκταση του CAF τ . ω. $B = C_1 \cup \dots \cup C_p$

Παράδειγμα:



$C_1 = \{A\}$, $C_2 = \{B, C, D\}$, $C_3 = \{e\}$



Preferred extension: $\{C_1, C_3\}$

Cp extension: $\{A, E\}$

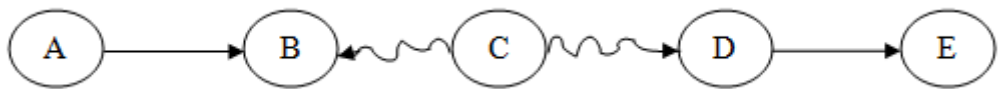
2. Συμμαχία με βάση την ευσταθή επέκταση: (Coalition- stable extension -Cs)

Μια επέκταση (extension) που είναι υποσύνολο του συνόλου επιχειρημάτων ενός δυικού πλαισίου επιχειρηματολογίας είναι ευσταθής (stable) αν υπάρχει ένα σύνολο από συμμαχίες το οποίο είναι stable extension του μετά-πλαισίου επιχειρηματολογίας τ. ω. η επέκταση να είναι ίση με την ένωση των συμμαχιών αυτών.

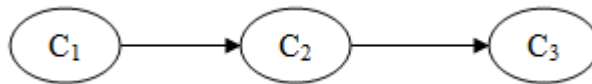
Αυστηρός ορισμός:

$BAF = \langle A, R_{att}, R_{sup} \rangle$, ένα σύνολο $B \subseteq A$ είναι coalition-stable extension ενός BAF αν υπάρχει $\{C_1, \dots, C_p\}$ stable extension του CAF τ. ω. $B = C_1 \cup \dots \cup C_p$

Παράδειγμα:



$C_1 = \{A\}, C_2 = \{B, C, D\}, C_3 = \{E\}$



Stable extension: $\{C_1, C_3\}$

Cs extension: $\{A, E\}$

Κεφάλαιο 3

Μέθοδοι σύγκρισης συνόλων

3.1 Τεχνικές για σύγκριση απόστασης ή ομοιότητας συνόλων	27
3.2 Μετρικές απόστασης συνόλων στοιχείων	30

3.1 Τεχνικές για σύγκριση απόστασης ή ομοιότητας συνόλων

Σε αυτό το υποκεφάλαιο εξετάζεται το πρόβλημα της μέτρησης της ομοιότητας και της απόστασης μεταξύ δύο πεπερασμένων συνόλων στοιχείων. Οι τεχνικές αυτές μελετήθηκαν με στόχο να χρησιμοποιηθούν στη σύγκριση συνόλων επιχειρημάτων όπως περιγράφεται στο επόμενο κεφάλαιο. Για να είναι δυνατή η μέτρηση της απόστασης μεταξύ των στοιχείων των συνόλων χρειάζεται η εισαγωγή της έννοιας της συνάρτησης απόστασης που ακολουθεί [5].

Συνάρτηση απόστασης: (distance function)

Μια συνάρτηση d ονομάζεται συνάρτηση απόστασης σε ένα σύνολο A η οποία ικανοποιεί τα πιο κάτω:

1. $d(x, y) = 0$ αν και μόνο αν $x=y$
2. $d(x, y) = d(y, x)$

Για να δούμε πως λειτουργεί η κάθε μια από τις τεχνικές σύγκρισης θα χρησιμοποιηθεί το ακόλουθο παράδειγμα για εφαρμογή σε κάθε μια από αυτές.

$A = \{a, b, c, e, f, k\}$
 $B = \{b, d, f, g\}$

Πίνακας 3.1: Παράδειγμα 1 σύγκρισης συνόλων

1^η τεχνική: Πληθικός αριθμός της τομής των συνόλων

Για να συγκρίνω δύο σύνολα A, B με αυτήν την τεχνική βρίσκω την τομή των δύο συνόλων $A \cap B$ και ακολούθως τον πληθικό αριθμό της τομής αυτής $|A \cap B|$. Όσο πιο μεγάλος είναι ο πληθικός αριθμός της τομής των δύο συνόλων τόσο πιο όμοια είναι τα δύο σύνολα.

Εφαρμογή παραδείγματος 1:

$$A \cap B = \{b, f\}, |A \cap B| = 2$$

Jaccard Index

Η τεχνική του Jaccard Index χρησιμοποιείται για τη σύγκριση της ομοιότητας μεταξύ δύο πεπερασμένων συνόλων στοιχείων. Για να υπολογιστεί πρέπει να γίνει διαίρεση του πληθικού αριθμού της τομής των δύο συνόλων με τον πληθικό αριθμό της ένωσής τους. Όσο πιο μεγάλος είναι ο αριθμός που προκύπτει τόσο πιο όμοια είναι τα σύνολα αυτά.

$$J(A, B) = |A \cap B| / |A \cup B|$$

Εφαρμογή παραδείγματος 1:

$$J(A, B) = |A \cap B| / |A \cup B| = 2 / 8 = 1/4$$

Απόσταση Jaccard

Η τεχνική της απόστασης Jaccard χρησιμοποιείται για τη σύγκριση της απόστασης μεταξύ δύο πεπερασμένων συνόλων στοιχείων. Για να υπολογιστεί πρέπει να γίνει αρχικά αφαίρεση μεταξύ του πληθικού αριθμού της ένωσης των δύο συνόλων με τον πληθικό αριθμό της τομής των δύο συνόλων και ακολούθως ο αριθμός αυτός να διαιρεθεί με τον πληθικό αριθμό της ένωσης των δύο συνόλων. Όσο μικρότερη είναι η απόσταση μεταξύ δύο συνόλων τόσο πιο όμοια είναι τα σύνολα αυτά.

$$J_{\delta}(A, B) = 1 - J(A, B) = (|A \cup B| - |A \cap B|) / |A \cup B|$$

Εφαρμογή παραδείγματος 1:

$$J_{\delta}(A, B) = (|A \cup B| - |A \cap B|) / |A \cup B| = (8-2) / 8 = 3/4$$

Ευκλείδεια απόσταση

Η ευκλείδεια απόσταση είναι μια τεχνική που συγκρίνει δύο διανύσματα ίδιου μήκους και επιστρέφει την απόσταση μεταξύ τους. Λόγω του ότι τα σύνολα που τυγχάνουν σύγκρισης δεν είναι πάντα του ίδιου μήκους, για να μπορέσει να εφαρμοστεί η τεχνική αυτή χρειάζεται πρώτα να μετατραπούν τα σύνολα προς σύγκριση σε διανύσματα ίδιου μεγέθους. Για να γίνει αυτό απαιτείται η κατασκευή αρχικά ενός γενικού διανύσματος το οποίο περιλαμβάνει όλα τα στοιχεία των δύο συνόλων $E=(a,b,...,n)$. Το μέγεθος του διανύσματος αυτού θα είναι ίσο με τον πληθικό αριθμό του συνόλου που προκύπτει από την ένωση των δύο συνόλων $|E|=|E_1|$ όπου $E_1 = A \cup B$. Η κάθε θέση αυτού του διανύσματος αντιστοιχεί σε ένα στοιχείο του κάθε συνόλου. Αφού λοιπόν δημιουργηθεί το διάνυσμα αυτό το επόμενο βήμα είναι η μετατροπή των συνόλων σε διανύσματα ίδιου μεγέθους. Για να γίνει αυτό για το κάθε σύνολο σχηματίζεται ένα διάνυσμα με θέσεις όσες και οι θέσεις του γενικού διανύσματος που περιγράφηκε πιο πάνω. Για να καθοριστεί σε ποιες θέσεις του κάθε διανύσματος θα τοποθετηθεί η τιμή 0 και σε ποιες η τιμή 1, θα ελεγχθούν ένα ένα τα στοιχεία του γενικού συνόλου και αν υπάρχει το στοιχείο στο τρέχον σύνολο θα εισάγεται στη συγκεκριμένη θέση στο διάνυσμα η τιμή 1 αλλιώς η τιμή 0. Αφού λοιπόν μετατραπούν τα σύνολα σε διανύσματα ίδιου μεγέθους μπορεί ακολούθως να γίνει η σύγκριση μεταξύ τους χρησιμοποιώντας τον τύπο της ευκλείδειας απόστασης.

$$d(p, q) = d(q, p) = \sqrt{(q_1 - p_1)^2 + (q_2 - p_2)^2 + \dots + (q_n - p_n)^2}$$

$$p = (p_1, p_2, \dots, p_n) \qquad q = (q_1, q_2, \dots, q_n)$$

Εφαρμογή παραδείγματος 1:

$$E_1 = A \cup B = \{a, b, c, d, e, f, g, k\}$$

$$|E_1| = 8, |E| = 8$$

$$\text{Γενικό διάνυσμα } E = \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|c|} \hline a & b & c & d & e & f & g & k \\ \hline \end{array}$$

$$\text{Διάνυσμα } A = \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|c|} \hline 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ \hline \end{array}$$

$$\text{Διάνυσμα } B = \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|c|} \hline 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ \hline \end{array}$$

$$d(A, B) = \sqrt{(1-0)^2 + (1-1)^2 + (1-0)^2 + (0-1)^2 + (1-0)^2 + (1-1)^2 + (0-1)^2 + (1-0)^2} = \sqrt{(1+0+1+1+1+0+1+1)} = 2.44$$

3.2 Μετρικές απόστασης συνόλων στοιχείων

Η σύγκριση των συνόλων στοιχείων εκτός από τις τεχνικές που περιγράφηκαν πιο πάνω μπορεί να γίνει και με τις μετρικές απόστασης [5], αλλά απαιτείται η εισαγωγή της έννοιας της μετρικής που ακολουθεί.

Μετρική: (metric)

Όπως ορίζεται από τα μαθηματικά, μια μετρική είναι μια συνάρτηση η οποία καθορίζει την απόσταση μεταξύ των στοιχείων ενός συνόλου. Η μετρική συμβολίζεται με το γράμμα Δ και ισχύει σε ένα σύνολο A , αν για όλα τα $x, y, z \in A$ κάτω από τις ακόλουθες προϋποθέσεις:

1. $d(x, y) = 0$ αν και μόνο αν $x = y$
2. $d(x, y) = d(y, x)$
3. $d(x, z) \leq d(x, y) + d(y, z)$

Για τον καθορισμό μερικών από τις τεχνικές που παρουσιάζονται πιο κάτω χρειάζεται η εισαγωγή ενός συμβολισμού που καθορίζει την ελάχιστη απόσταση ενός στοιχείου x από ένα σύνολο S και είναι ο ακόλουθος:

$$\Delta_m(x, S) = \min_{y \in S} \Delta(x, y)$$

Απόσταση Hausdorff [5]

Η τεχνική της απόστασης Hausdorff είναι μια από τις πλέον διαδεδομένες τεχνικές μέτρησης της απόστασης μεταξύ δύο συνόλων στοιχείων [5]. Για να υπολογιστεί την απόσταση αυτή, επαναλαμβάνεται η ίδια διαδικασία από το πρώτο σύνολο προς το δεύτερο και έπειτα από το δεύτερο στο πρώτο σύνολο.

Υπολογίζεται η απόσταση κάθε στοιχείου του πρώτου συνόλου και κάθε ενός από τα στοιχεία του δεύτερου συνόλου έτσι για κάθε στοιχείο του πρώτου συνόλου σχηματίζεται ένας αριθμός από αποστάσεις ίσος με τα στοιχεία του δεύτερου συνόλου. Από τις αποστάσεις αυτές επιλέγεται η ελάχιστη. Άρα θα υπάρχουν ελάχιστες αποστάσεις όσες και ο αριθμός των στοιχείων του πρώτου συνόλου. Από αυτές θα επιλεγεί η μεγαλύτερη ελάχιστη απόσταση. Έπειτα επαναλαμβάνεται το ίδιο για το δεύτερο σύνολο.

Υπολογίζεται η απόσταση κάθε στοιχείου του δεύτερου συνόλου μαζί με κάθε ένα από τα στοιχεία του πρώτου συνόλου, έτσι για κάθε στοιχείο του δεύτερου συνόλου σχηματίζεται ένας αριθμός από αποστάσεις ίσος με τα στοιχεία του πρώτου συνόλου. Από τις αποστάσεις αυτές επιλέγεται η ελάχιστη. Άρα θα υπάρχουν ελάχιστες αποστάσεις όσες και ο αριθμός των στοιχείων του δεύτερου συνόλου. Από αυτές θα επιλεγεί η μεγαλύτερη ελάχιστη απόσταση.

Τελικό βήμα είναι η επιλογή της μεγαλύτερης απόστασης από τις δύο αποστάσεις που προέκυψαν η οποία θα είναι και το τελικό Hausdorff distance. Η μετρική μεταξύ των στοιχείων των συνόλων μπορεί να είναι 0 ή 1. Αν τα στοιχεία είναι τα ίδια $x=y$ τότε $\Delta(x,y)=0$ αλλιώς αν $x \neq y$ $\Delta(x,y)=1$.

$$d_h(A, B) = \max \left\{ \max_{e \in A} \Delta_m(e, B), \max_{e \in B} \Delta_m(e, A) \right\}$$

Εφαρμογή παραδείγματος 1:

$$d_h(A, B) = \max \left\{ \max \left\{ \min \{d(a, b), d(a, d), d(a, f), d(a, g)\}, \min \{d(b, b), d(b, d), d(b, f), d(b, g)\}, \min \{d(c, b), d(c, d), d(c, f), d(c, g)\}, \min \{d(e, b), d(e, d), d(e, f), d(e, g)\}, \min \{d(f, b), d(f, d), d(f, f), d(f, g)\}, \min \{d(k, b), d(k, d), d(k, f), d(k, g)\} \right\}, \max \left\{ \min \{d(b, a), d(b, b), d(b, c), d(b, e), d(b, f), d(b, k)\}, \min \{d(d, a), d(d, b), d(d, c), d(d, e), d(d, f), d(d, k)\}, \min \{d(f, a), d(f, b), d(f, c), d(f, e), d(f, f), d(f, k)\}, \min \{d(g, a), d(g, b), d(g, c), d(g, e), d(g, f), d(g, k)\} \right\} \right\} = \max \{ \max \{1, 0, 1, 1, 0, 1\}, \max \{0, 1, 0, 1\} \} = 1$$

Άθροισμα ελάχιστων αποστάσεων [5] (Sum of minimum distances - d_{md})

Η τεχνική αυτή έχει αρκετά κοινά σημεία με την προηγούμενη τεχνική της απόστασης Hausdorff που μόλις περιγράφηκε. Για να υπολογιστεί η απόσταση αυτή, επαναλαμβάνεται η ίδια διαδικασία από το πρώτο σύνολο προς το δεύτερο και έπειτα από το δεύτερο στο πρώτο σύνολο [5].

Υπολογίζεται η απόσταση κάθε στοιχείου του πρώτου συνόλου μαζί με κάθε ένα από τα στοιχεία του δεύτερου συνόλου έτσι για κάθε στοιχείο του πρώτου συνόλου σχηματίζεται ένας αριθμός από αποστάσεις ίσος με τα στοιχεία του δεύτερου συνόλου. Από τις αποστάσεις αυτές επιλέγεται η ελάχιστη. Άρα θα υπάρχουν ελάχιστες αποστάσεις όσες και ο αριθμός των στοιχείων του πρώτου συνόλου. Έπειτα με τις αποστάσεις αυτές σχηματίζεται ένα άθροισμα. Έπειτα επαναλαμβάνεται το ίδιο για το δεύτερο σύνολο.

Υπολογίζεται η απόσταση κάθε στοιχείου του δεύτερου συνόλου μαζί με κάθε ένα από τα στοιχεία του πρώτου συνόλου, έτσι για κάθε στοιχείο του δεύτερου συνόλου σχηματίζεται ένας αριθμός από αποστάσεις ίσος με τα στοιχεία του πρώτου συνόλου. Από τις αποστάσεις αυτές επιλέγεται η ελάχιστη. Άρα θα υπάρχουν ελάχιστες αποστάσεις όσες και ο αριθμός των στοιχείων του δεύτερου συνόλου. Έπειτα με τις αποστάσεις αυτές σχηματίζεται ένα άθροισμα.

Τελικό βήμα είναι το άθροισμα των δύο αυτών αθροισμάτων και η διαίρεσή του διά 2 και ο αριθμός που προκύπτει είναι το τελικό Sum of minimum distances. Η μετρική μεταξύ των στοιχείων των συνόλων μπορεί να είναι 0 ή 1. Αν τα στοιχεία είναι τα ίδια $x=y$ τότε $\Delta(x,y)=0$ αλλιώς αν $x \neq y$ $\Delta(x,y)=1$.

$$d_{md}(A, B) = (\sum_{e \in A} \Delta_m(e, B) + \sum_{e \in B} \Delta_m(e, A)) / 2$$

Εφαρμογή παραδείγματος 1:

$$d_{md}(A, B) = ((\min\{d(a, b), d(a, d), d(a, f), d(a, g)\} + \min\{d(b, b), d(b, d), d(b, f), d(b, g)\} + \min\{d(c, b), d(c, d), d(c, f), d(c, g)\} + \min\{d(e, b), d(e, d), d(e, f), d(e, g)\} + \min\{d(f, b), d(f, d), d(f, f), d(f, g)\} + \min\{d(k, b), d(k, d), d(k, f), d(k, g)\}) + (\min\{d(b, a), d(b, b), d(b, c), d(b, e), d(b, f), d(b, k)\} + \min\{d(d, a), d(d, b), d(d, c), d(d, e), d(d, f), d(d, k)\} + \min\{d(f, a), d(f, b), d(f, c), d(f, e), d(f, f), d(f, k)\} + \min\{d(g, a), d(g, b), d(g, c), d(g, e), d(g, f), d(g, k)\}))/2 = ((1+0+1+1+0+1) + (0+1+0+1))/2 = 3$$

Απόσταση Αντιστοιχίας [5](Surjection Distance - d_s)

Η τεχνική αυτή του Surjection Distance σχετίζεται με τη μαθηματική συνάρτηση επί η οποία καθορίζει ότι κάθε ένα στοιχείο του συνόλου ορισμού αντιστοιχίζεται σε ένα και μόνο στοιχείο του συνόλου τιμών δηλαδή για μια σχέση $f \subseteq A \times B$ μεταξύ δύο συνόλων A και B η σχέση είναι επί αν $\forall (a,b),(c,d) \in f: (a=c \Rightarrow b=d)$ και $\forall b \in B, \exists a \in A: (a,b) \in f$ [5].

Για να υπολογιστεί η απόσταση αυτή πραγματοποιούνται αντιστοιχίες από το μεγαλύτερο προς το μικρότερο σύνολο δηλαδή από το σύνολο με τον μεγαλύτερο πληθικό αριθμό. Για όλα τα στοιχεία του μεγαλύτερου συνόλου, επιλέγεται η αντιστοίχιση από κάθε στοιχείο του μεγαλύτερου συνόλου προς τα στοιχεία του μικρότερου συνόλου η οποία έχει τη μικρότερη απόσταση και δημιουργείται ένα άθροισμα με τις αποστάσεις αυτές των αντιστοιχήσεων. Ο αριθμός που προκύπτει από

το άθροισμα αυτό καθορίζει την απόστασης αντιστοιχίας επί. Για να υπολογίσουμε την απόσταση μεταξύ των επιχειρημάτων $\Delta(x,y)=1$ αν $x \neq y$, $\Delta(x,y)=0$ αν $x=y$, όπου $x \in A$, $y \in B$.

$$d_s(A, B) = \min_n \sum_{(e_1, e_2) \in n} \Delta(e_1, e_2)$$

Εφαρμογή παραδείγματος 1:

$$d_s(A, B) = \min\{d(a, b), d(a, d), d(a, f), d(a, g)\} + \min\{d(b, b), d(b, d), d(b, f), d(b, g)\} + \min\{d(c, b), d(c, d), d(c, f), d(c, g)\} + \min\{d(e, b), d(e, d), d(e, f), d(e, g)\} + \min\{d(f, b), d(f, d), d(f, f), d(f, g)\} + \min\{d(k, b), d(k, d), d(k, f), d(k, g)\} = 1+0+1+1+0+1=4$$

Απόσταση ομοιόμορφης Αντιστοιχίας [5] (Fair Surjection Distance (d_{fs}))

Η τεχνική αυτή διαφέρει με την πιο πάνω τεχνική στο ότι στην παρούσα τεχνική αυτό που επιζητείται είναι να ταιριάξουν τα στοιχεία του ενός συνόλου με το άλλο αλλά όσο το δυνατόν πιο ομοιόμορφα [5]. Αυτό σημαίνει ότι η απόλυτη τιμή της τιμής που προκύπτει αν αφαιρεθούν οι απόλυτες τιμές των αντίστροφων συναρτήσεων των στοιχείων του δεύτερου συνόλου, πρέπει να είναι μικρότερη του ένα, δηλαδή για την απόσταση μεταξύ δύο συνόλων A και B, να ισχύει $\forall x, y \in B: ||f^{-1}\{x\}| - |f^{-1}\{y\}|| \leq 1$. Επιλέγεται η αντιστοίχιση που θα έχει τη μικρότερη απόσταση αλλά με την προϋπόθεση ότι δεν καταπατείται η πιο πάνω προϋπόθεση αλλιώς επιλέγεται η αμέσως επόμενη αντιστοίχιση με τη μικρότερη απόσταση.

$$d_{fs}(A, B) = \min_{n'} \sum_{(e_1, e_2) \in n'} \Delta(e_1, e_2)$$

Εφαρμογή παραδείγματος 1:

$$d_{fs}(A, B) = \min\{d(a, b), d(a, d), d(a, f), d(a, g)\} + \min\{d(b, b), d(b, d), d(b, f), d(b, g)\} + \min\{d(c, b), d(c, d), d(c, f), d(c, g)\} + \min\{d(e, b), d(e, d), d(e, f), d(e, g)\} + \min\{d(f, b), d(f, d), d(f, f), d(f, g)\} + \min\{d(k, b), d(k, d), d(k, f), d(k, g)\} = d(a, b) + d(b, b) + d(c, d) + d(e, f) + d(f, f) + d(k, g) = 1+0+1+1+0+1=4$$

$$||f^{-1}\{b\}| - |f^{-1}\{d\}| - |f^{-1}\{f\}| - |f^{-1}\{g\}|| = 2-1-2-1 = 0 \leq 1$$

Κεφάλαιο 4

Μέθοδοι σύγκρισης σε επιχειρηματολογία

4.1 Σύγκριση συνόλων επιχειρημάτων	35
4.2 Επιλογή κατάλληλης μεθόδου σύγκρισης συνόλων	40
4.3 Σύγκριση προφίλ με βάση τις θεωρίες τους	41
4.4 Συμπεράσματα σε σχέση με τους δύο τρόπους σύγκρισης	58

4.1 Σύγκριση συνόλων επιχειρημάτων

Σε αυτό το κεφάλαιο εξετάζονται οι μέθοδοι σύγκρισης συνόλων στοιχείων που περιγράφηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο στα πλαίσια όμως της επιχειρηματολογίας. Όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή, στόχος είναι η σύγκριση διαφόρων θεωριών που αποτελούνται από επιχειρήματα με μια αρχική θεωρία έτσι ώστε να βρεθεί η πιο όμοια στην τελευταία. Η σύγκριση αυτή των θεωριών με τις μεθόδους που περιγράφηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο γίνεται με βάση τις ίδιες τις θεωρίες και με τις ευσταθείς επεκτάσεις που δημιουργούνται από τις θεωρίες αυτές. Η καταλληλότητα όμως της κάθε μεθόδου θα εξεταστεί μέσω ενός παραδείγματος. Το παράδειγμα αυτό θα εξετάζει τη σύγκριση μεταξύ διαφόρων συνόλων επιχειρημάτων σε σχέση με ένα αρχικό σύνολο και μέσω των αποτελεσμάτων θα διαφανεί η καταλληλότητα της κάθε μεθόδου.

$$A = \{a, b, c, e\}$$

$$B = \{b, d\}$$

$$C = \{a, b, c, f\}$$

$$D = \{c, d, f\}$$

Πίνακας 4.1: Παράδειγμα 1 σύγκρισης συνόλων επιχειρημάτων

1^η τεχνική: Πληθικός αριθμός της τομής των συνόλων

Εφαρμογή παραδείγματος 1:

$$A \cap B = \{b\}, A \cap C = \{a, b, c\}, A \cap D = \{c\}$$

$$|A \cap B| = 1, |A \cap C| = 3, |A \cap D| = 1$$

$$|A \cap C| > |A \cap B|$$

$$|A \cap C| > |A \cap D|$$

$\implies$ Σύνολο C πιο όμοιο στο σύνολο A.

2^η τεχνική: Jaccard Index

Εφαρμογή παραδείγματος 1:

$$J(A, B) = |A \cap B| / |A \cup B| = 1/5$$

$$J(A, C) = |A \cap C| / |A \cup C| = 3/5$$

$$J(A, D) = |A \cap D| / |A \cup D| = 1/6$$

$$J(A, C) > J(A, B)$$

$$J(A, C) > J(A, D)$$

$\implies$ Σύνολο C πιο όμοιο στο σύνολο A.

3^η τεχνική: Απόσταση Jaccard

Εφαρμογή παραδείγματος 1:

$$J_{\delta}(A, B) = (|A \cup B| - |A \cap B|) / |A \cup B| = (5-1) / 5 = 4/5$$

$$J_{\delta}(A, C) = (|A \cup C| - |A \cap C|) / |A \cup C| = (5-3) / 5 = 2/5$$

$$J_{\delta}(A, D) = (|A \cup D| - |A \cap D|) / |A \cup D| = (6-1) / 6 = 5/6$$

$$J_{\delta}(A, C) < J_{\delta}(A, B)$$

$$J_{\delta}(A, C) < J_{\delta}(A, D)$$

$\Rightarrow$ Σύνολο C πιο όμοιο στο σύνολο A.

4^η τεχνική: Ευκλείδεια απόσταση

Εφαρμογή παραδείγματος 1:

$$E_1 = A \cup B \cup C \cup D = \{a, b, c, d, e, f\}$$

$$|E_1| = 6, |E| = 6$$

Bit vector E =

a	b	c	d	e	f
---	---	---	---	---	---

Bit vector A =

1	1	1	0	1	0
---	---	---	---	---	---

Bit vector B =

0	1	0	1	0	0
---	---	---	---	---	---

Bit vector C =

1	1	1	0	0	1
---	---	---	---	---	---

Bit vector D =

0	0	1	1	0	1
---	---	---	---	---	---

$$d(A, B) = \sqrt{((1-0)^2 + (1-1)^2 + (1-0)^2 + (0-1)^2 + (1-0)^2 + (0-0)^2)}$$

$$= \sqrt{(1+0+1+1+1+0)} = 2$$

$$d(A, C) = \sqrt{((1-1)^2 + (1-1)^2 + (1-1)^2 + (0-0)^2 + (1-0)^2 + (0-1)^2)}$$

$$= \sqrt{(0+0+0+0+1+1)} = 1.41$$

$$d(A, D) = \sqrt{((1-0)^2 + (1-0)^2 + (1-1)^2 + (0-1)^2 + (1-0)^2 + (0-1)^2)}$$

$$= \sqrt{(1+1+0+1+1+1)} = 2.23$$

$$d(A, C) < d(A, B)$$

$$d(A, C) < d(A, D)$$

$\Rightarrow$ Σύνολο C πιο όμοιο στο σύνολο A.

5^η τεχνική: Απόσταση Hausdorff

Εφαρμογή παραδείγματος 1:

$$d_h(A, B) = \max \left\{ \max \left\{ \min \{d(a, b), d(a, d)\}, \min \{d(b, b), d(b, d)\}, \min \{d(c, b), d(c, d)\}, \min \{d(e, b), d(e, d)\} \right\}, \max \left\{ \min \{d(b, a), d(b, b), d(b, c), d(b, e)\}, \min \{d(d, a), d(d, b), d(d, c), d(d, e)\} \right\} \right\} = \max \{ \max \{1, 0, 1, 1\}, \max \{0, 1\} \} = 1$$

$$d_h(A, C) = \max \left\{ \max \left\{ \min \{d(a, a), d(a, b), d(a, c), d(a, f)\}, \min \{d(b, a), d(b, b), d(b, c), d(b, f)\}, \min \{d(c, a), d(c, b), d(c, c), d(c, f)\}, \min \{d(e, a), d(e, b), d(e, c), d(e, f)\} \right\}, \max \left\{ \min \{d(a, a), d(a, b), d(a, c), d(a, e)\}, \min \{d(b, a), d(b, b), d(b, c), d(b, e)\}, \min \{d(c, a), d(c, b), d(c, c), d(c, e)\}, \min \{d(f, a), d(f, b), d(f, c), d(f, e)\} \right\} \right\} = \max \{ \max \{0, 0, 0, 1\}, \max \{0, 0, 0, 1\} \} = 1$$

$$d_h(A, D) = \max \left\{ \max \left\{ \min \{d(a, c), d(a, d), d(a, f)\}, \min \{d(b, c), d(b, d), d(b, f)\}, \min \{d(c, c), d(c, d), d(c, f)\}, \min \{d(e, c), d(e, d), d(e, f)\} \right\}, \max \left\{ \min \{d(c, a), d(c, b), d(c, c), d(c, e)\}, \min \{d(d, a), d(d, b), d(d, c), d(d, e)\}, \min \{d(f, a), d(f, b), d(f, c), d(f, e)\} \right\} \right\} = \max \{ \max \{1, 1, 0, 1\}, \max \{0, 1, 1\} \} = 1$$

Παρατηρούμε ότι δεν μπορούμε να εξάγουμε συμπέρασμα για το πιο όμοιο σύνολο προς το αρχικό πρότυπο σύνολο αφού στη σύγκριση μεταξύ των συνόλων έχουμε τα ίδια αποτελέσματα σχετικά με την απόσταση μεταξύ τους.

Άθροισμα ελαχίστων αποστάσεων (Sum of minimum distances - d_{md})

Εφαρμογή παραδείγματος 1:

$$d_{md}(A, B) = (\min\{d(a, b), d(a, d)\} + \min\{d(b, b), d(b, d)\} + \min\{d(c, b), d(c, d)\} + \min\{d(e, b), d(e, d)\}) + (\min\{d(b, a), d(b, b), d(b, c), d(b, e)\} + \min\{d(d, a), d(d, b), d(d, c), d(d, e)\}) / 2 = ((1+0+1+1) + (0+1)) / 2 = 2$$

$$d_{md}(A, C) = (\min\{d(a, a), d(a, b), d(a, c), d(a, f)\} + \min\{d(b, a), d(b, b), d(b, c), d(b, f)\} + \min\{d(c, a), d(c, b), d(c, c), d(c, f)\} + \min\{d(e, a), d(e, b), d(e, c), d(e, f)\}) + (\min\{d(a, a), d(a, b), d(a, c), d(a, e)\} + \min\{d(b, a), d(b, b), d(b, c), d(b, e)\} + \min\{d(c, a), d(c, b), d(c, c), d(c, e)\} + \min\{d(f, a), d(f, b), d(f, c), d(f, e)\}) / 2 = ((0+0+0+1) + (0+0+0+1)) / 2 = 1$$

$$d_{md}(A, D) = (\min\{d(a, c), d(a, d), d(a, f)\} + \min\{d(b, c), d(b, d), d(b, f)\} + \min\{d(c, c), d(c, d), d(c, f)\} + \min\{d(e, c), d(e, d), d(e, f)\}) + (\min\{d(c, a), d(c, b), d(c, c), d(c, e)\} + \min\{d(d, a), d(d, b), d(d, c), d(d, e)\} + \min\{d(f, a), d(f, b), d(f, c), d(f, e)\}) / 2 = ((1+1+0+1) + (0+1+1)) / 2 = 5/2$$

$\Rightarrow$ Σύνολο C πιο όμοιο στο σύνολο A.

Απόσταση αντιστοιχίας (Surjection Distance - d_s)

Εφαρμογή παραδείγματος 1:

$$d_s(A, B) = \min\{(a, b), (a, d)\} + \min\{(b, b), (b, d)\} + \min\{(c, b), (c, d)\} + \min\{(e, b), (e, d)\} = (a, b) + (b, b) + (c, b) + (e, b) = 1+0+1+1 = 3$$

$$d_s(A, C) = \min\{(a, a), (a, b), (a, c), (a, f)\} + \min\{(b, a), (b, b), (b, c), (b, f)\} + \min\{(c, a), (c, b), (c, c), (c, f)\} + \min\{(e, a), (e, b), (e, c), (e, f)\} = (a, a) + (b, b) + (c, c) + (e, a) = 0+0+0+1 = 1$$

$$d_s(A,D) = \min\{(a, c), (a, d), (a, f)\} + \min\{(b, c)+(b, d)+(b, f)\} + \min\{(c, c), (c, d), (c, f)\} + \min\{(e, c), (e, d), (e, f)\} = (a, c) + (b, c) + (c, c) + (e, c) = 1+1+0+1 = 3$$

$\implies$ Σύνολο C πιο όμοιο στο σύνολο A.

Απόσταση ομοιόμορφης αντιστοιχίας (Fair Surjection Distance - d_{fs})

Εφαρμογή παραδείγματος 1:

$$d_{fs}(A, B) = \min\{(a, b), (a, d)\} + \min\{(b, b), (b, d)\} + \min\{(c, b), (c, d)\} + \min\{(e, b), (e, d)\} = (a, b) + (b, b) + (c, d) + (e, d) = 1+0+1+1 = 3$$

$$||f^{-1}\{b\}| - |f^{-1}\{d\}|| = 2-2 = 0 \leq 1$$

$$d_{fs}(A, C) = \min\{(a, a), (a, b), (a, c), (a, f)\} + \min\{(b, a), (b, b), (b, c), (b, f)\} + \min\{(c, a), (c, b), (c, c), (c, f)\} + \min\{(e, a), (e, b), (e, c), (e, f)\} = (a, a) + (b, b) + (c, c) + (e, f) = 0+0+0+1 = 1$$

$$||f^{-1}\{a\}| - |f^{-1}\{b\}| - |f^{-1}\{c\}| - |f^{-1}\{f\}|| = 1-1-1-1 = -2 \leq 1$$

$$d_{fs}(A, D) = \min\{(a, c), (a, d), (a, f)\} + \min\{(b, c)+(b, d)+(b, f)\} + \min\{(c, c), (c, d), (c, f)\} + \min\{(e, c), (e, d), (e, f)\} = (a, c) + (b, d) + (c, c) + (e, f) = 1+1+0+1 = 3$$

$$||f^{-1}\{c\}| - |f^{-1}\{d\}| - |f^{-1}\{f\}|| = 2-1-1 = 0 \leq 1$$

$\implies$ Σύνολο C πιο όμοιο στο σύνολο A.

4.2 Επιλογή κατάλληλης μεθόδου σύγκρισης συνόλων

Μελετώντας τις πιο πάνω τεχνικές σύγκρισης μεταξύ των συνόλων καθώς και την εφαρμογή του παραδείγματος 1 σε κάθε μια από αυτές, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι όλες οι μέθοδοι επιφέρουν τα σωστά αποτελέσματα εκτός από τη μέθοδο της απόστασης Hausdorff. Ο λόγος αποτυχίας σύγκρισης συνόλων επιχειρημάτων με τη μέθοδο αυτή έγκειται στο γεγονός ότι η απόσταση μεταξύ των στοιχείων των συνόλων

περιορίζεται μόνο στους αριθμούς 0 ή 1 σύμφωνα με τον ορισμό της συνάρτησης απόστασης. Έτσι δεν μπορούν να ισχύσουν οι έννοιες του μέγιστου και ελάχιστου που περιλαμβάνονται στον τύπο της απόστασης Hausdorff και να έχουμε τα σωστά αποτελέσματα.

Αυτό αποδεικνύεται έμπρακτα από την εφαρμογή του παραδείγματος 1 για την τεχνική αυτή, όπου είναι εμφανές ότι το σύνολο C είναι το πιο όμοιο στο σύνολο A, όμως με την εφαρμογή του τύπου για την τεχνική της απόστασης Hausdorff παρατηρούμε το ίδιο αποτέλεσμα όσον αφορά την σύγκριση απόστασης μεταξύ των συνόλων. Αυτό βέβαια δεν σημαίνει ότι μειώνεται η αξία και η χρησιμότητα της τεχνικής αυτής και ότι απορρίπτεται. Λόγω της ιδιαιτερότητάς της αυτής μπορεί να χρησιμοποιηθεί με άλλο τρόπο.

Από τις τεχνικές που μελετήθηκαν μέσα από προσπάθεια που έγινε για αξιοποίηση των θετικών χαρακτηριστικών της κάθε μεθόδου ώστε να εξαχθεί το καλύτερο δυνατόν αποτέλεσμα, επιλέχθηκαν να γίνουν συνδυασμοί της τεχνικής της απόστασης Jaccard με τις μετρικές απόστασης συνόλων στοιχείων όπως αυτές εξετάστηκαν στο Κεφάλαιο 3. Επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί η τεχνική της απόστασης Jaccard γιατί επιφέρει πάντα τα σωστά αποτελέσματα και μπορεί να εξαχθεί εύκολα. Με την απόσταση Jaccard εξετάζεται η απόσταση μεταξύ των επιμέρους συνόλων των μεγαλύτερων συνόλων και με τις μετρικές απόστασης, η απόσταση μεταξύ των μεγαλύτερων συνόλων, για να αποφασιστεί ποιο προφίλ είναι πιο όμοιο στο αρχικό. Έτσι θα μπορεί να αξιοποιηθεί και η τεχνική της απόστασης Hausdorff έχοντας σωστό αποτέλεσμα.

4.3 Σύγκριση προφίλ με βάση τις θεωρίες τους

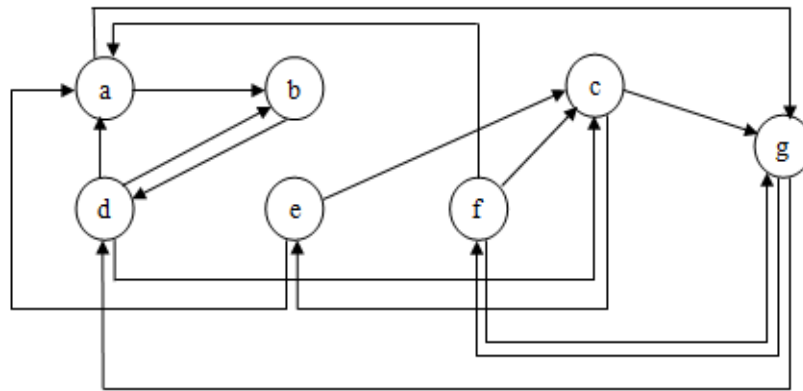
Ένας τρόπος σύγκρισης μεταξύ των διαφόρων προφίλ ώστε να αποφασιστεί το πιο όμοιο στο αρχικό, αποτελεί η σύγκριση με βάση τις ίδιες τις θεωρίες που αναπαριστούν τα προφίλ. Σύμφωνα με τις αρχές του αφηρημένου συστήματος επιχειρηματολογίας, έννοια που περιγράφηκε στο Κεφάλαιο 2, η σύγκριση θα γίνει με βάση τις επιθέσεις μεταξύ των επιχειρημάτων. Το πιο κάτω παράδειγμα θα χρησιμοποιηθεί για εφαρμογή σε κάθε μια από τις τέσσερις συνδυασμένες τεχνικές απόσταση Jaccard και απόσταση Hausdorff, απόσταση Jaccard & Άθροισμα ελαχίστων αποστάσεων, απόσταση Jaccard

και απόσταση αντιστοιχίας και τέλος απόσταση Jaccard και απόσταση ομοιόμορφης αντιστοιχίας.

Προφύλ. Α	Προφύλ. Β	Προφύλ. C	Προφύλ. D
$E_1 = \{a, b\}$	$E_{16} = \{a, c\}$	$E_{35} = \{a, b\}$	$E_{47} = \{b, d\}$
$E_2 = \{a, g\}$	$E_{17} = \{a, d\}$	$E_{36} = \{b, a\}$	$E_{48} = \{b, e\}$
$E_3 = \{b, d\}$	$E_{18} = \{b, a\}$	$E_{37} = \{b, e\}$	$E_{49} = \{b, f\}$
$E_4 = \{c, e\}$	$E_{19} = \{b, c\}$	$E_{38} = \{b, g\}$	$E_{50} = \{c, a\}$
$E_5 = \{c, g\}$	$E_{20} = \{b, f\}$	$E_{39} = \{c, a\}$	$E_{51} = \{c, d\}$
$E_6 = \{d, a\}$	$E_{21} = \{c, b\}$	$E_{40} = \{d, e\}$	$E_{52} = \{c, f\}$
$E_7 = \{d, b\}$	$E_{22} = \{c, e\}$	$E_{41} = \{d, g\}$	$E_{53} = \{c, g\}$
$E_8 = \{d, c\}$	$E_{23} = \{d, a\}$	$E_{42} = \{e, b\}$	$E_{54} = \{d, a\}$
$E_9 = \{e, a\}$	$E_{24} = \{d, f\}$	$E_{43} = \{e, c\}$	$E_{55} = \{d, b\}$
$E_{10} = \{e, c\}$	$E_{25} = \{d, g\}$	$E_{44} = \{e, d\}$	$E_{56} = \{d, f\}$
$E_{11} = \{f, a\}$	$E_{26} = \{e, b\}$	$E_{45} = \{e, g\}$	$E_{57} = \{d, g\}$
$E_{12} = \{f, c\}$	$E_{27} = \{e, c\}$	$E_{46} = \{g, f\}$	$E_{58} = \{e, a\}$
$E_{13} = \{f, g\}$	$E_{28} = \{e, f\}$		$E_{59} = \{e, b\}$
$E_{14} = \{g, d\}$	$E_{29} = \{f, c\}$		$E_{60} = \{e, c\}$
$E_{15} = \{g, f\}$	$E_{30} = \{f, d\}$		$E_{61} = \{e, d\}$
	$E_{31} = \{f, e\}$		$E_{62} = \{f, d\}$
	$E_{32} = \{g, a\}$		$E_{63} = \{f, g\}$
	$E_{33} = \{g, b\}$		$E_{64} = \{g, d\}$
	$E_{34} = \{g, c\}$		$E_{65} = \{g, f\}$

Πίνακας 4.2: Παράδειγμα 2, σύνολα που εξάγονται από τις επιθέσεις μεταξύ των επιχειρημάτων για κάθε προφίλ

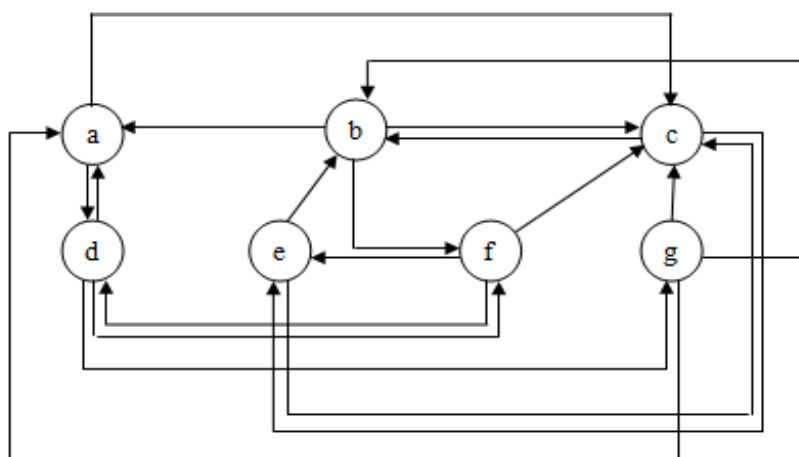
Τα σύνολα που παρουσιάζονται στο Παράδειγμα 2 προκύπτουν από τις ακόλουθες θεωρίες:



ΘΕΩΡΙΑ 1

$E_1 = \{a, b, g\}$, $E_2 = \{b, d\}$, $E_3 = \{c, e, g\}$, $E_4 = \{d, a, b, c\}$, $E_5 = \{e, a, c\}$,
 $E_6 = \{f, a, c, g\}$, $E_7 = \{g, d, f\}$

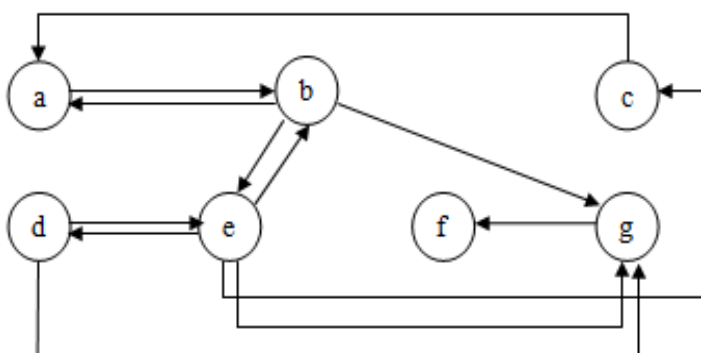
Σχήμα 4.1: Γράφημα θεωρίας 1 και τα σύνολα που προκύπτουν



ΘΕΩΡΙΑ 2

$E_8 = \{a, c, d\}$, $E_9 = \{b, a, c, f\}$, $E_{10} = \{c, b, e\}$, $E_{11} = \{d, a, f, g\}$, $E_{12} = \{e, b, c, f\}$,
 $E_{13} = \{f, c, d, e\}$, $E_{14} = \{g, a, b, c\}$

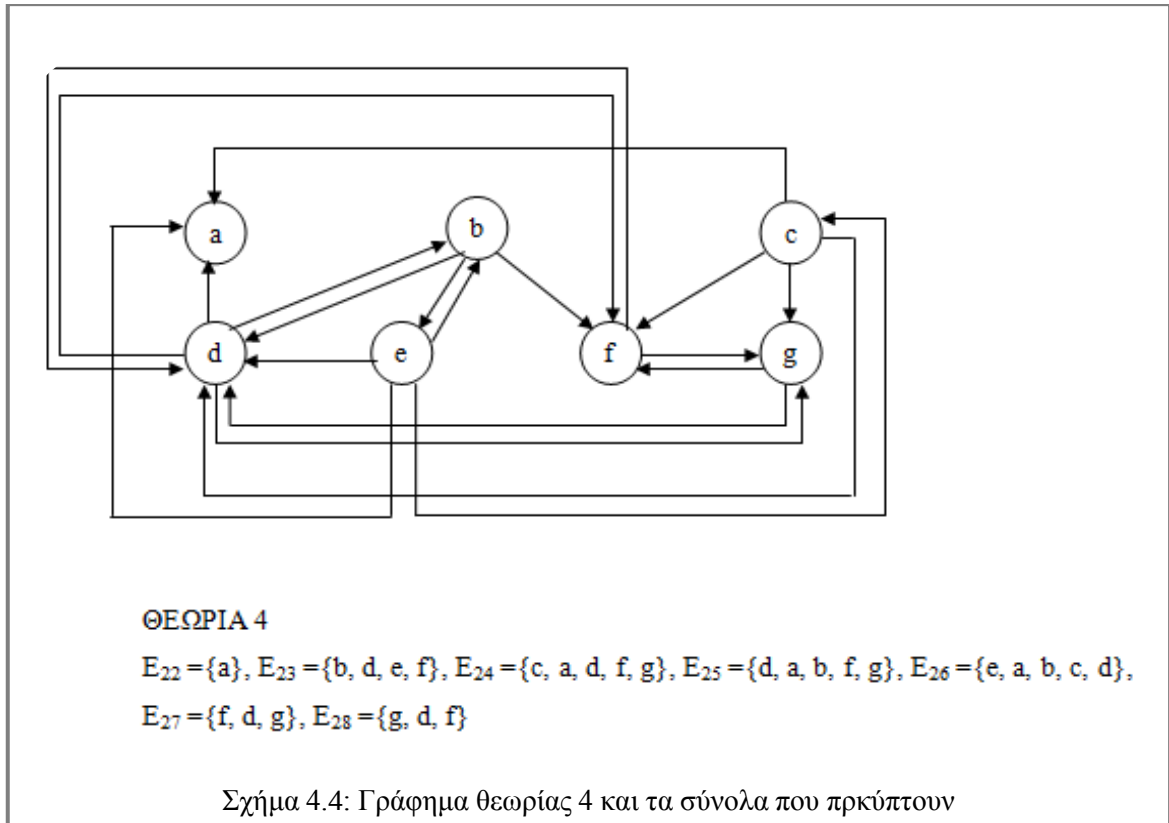
Σχήμα 4.2: Γράφημα θεωρίας 2 και τα σύνολα που προκύπτουν



ΘΕΩΡΙΑ 3

$E_{15} = \{a, b\}$, $E_{16} = \{b, a, e, g\}$, $E_{17} = \{c, a\}$, $E_{18} = \{d, e, g\}$, $E_{19} = \{e, b, c, d, g\}$,
 $E_{20} = \{f\}$, $E_{21} = \{g, f\}$

Σχήμα 4.3: Γράφημα θεωρίας 3 και τα σύνολα που προκύπτουν



Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται οι αποστάσεις μεταξύ των επιμέρους συνόλων των μεγαλύτερων συνόλων χρησιμοποιώντας την απόσταση Jaccard

$(E_1 \cup E_{16} - E_1 \cap E_{16}) / E_1 \cup E_{16} = (3-1) / 3 = 2/3$	$(E_1 \cup E_{35} - E_1 \cap E_{35}) / E_1 \cup E_{35} = (2-2) / 2 = 0$	$(E_1 \cup E_{47} - E_1 \cap E_{47}) / E_1 \cup E_{47} = (3-1) / 3 = 2/3$
$(E_1 \cup E_{17} - E_1 \cap E_{17}) / E_1 \cup E_{17} = (3-1) / 3 = 2/3$	$(E_1 \cup E_{36} - E_1 \cap E_{36}) / E_1 \cup E_{36} = (2-2) / 2 = 0$	$(E_1 \cup E_{48} - E_1 \cap E_{48}) / E_1 \cup E_{48} = (3-1) / 3 = 2/3$
$(E_1 \cup E_{18} - E_1 \cap E_{18}) / E_1 \cup E_{18} = (2-2) / 2 = 0$	$(E_1 \cup E_{37} - E_1 \cap E_{37}) / E_1 \cup E_{37} = (3-1) / 3 = 2/3$	$(E_1 \cup E_{49} - E_1 \cap E_{49}) / E_1 \cup E_{49} = (3-1) / 3 = 2/3$
$(E_1 \cup E_{19} - E_1 \cap E_{19}) / E_1 \cup E_{19} = (3-1) / 3 = 2/3$	$(E_1 \cup E_{38} - E_1 \cap E_{38}) / E_1 \cup E_{38} = (3-1) / 3 = 2/3$	$(E_1 \cup E_{50} - E_1 \cap E_{50}) / E_1 \cup E_{50} = (3-1) / 3 = 2/3$
$(E_1 \cup E_{20} - E_1 \cap E_{20}) / E_1 \cup E_{20} = (3-1) / 3 = 2/3$	$(E_1 \cup E_{39} - E_1 \cap E_{39}) / E_1 \cup E_{39} = (3-1) / 3 = 2/3$	$(E_1 \cup E_{51} - E_1 \cap E_{51}) / E_1 \cup E_{51} = (4-0) / 4 = 1$
$(E_1 \cup E_{21} - E_1 \cap E_{21}) / E_1 \cup E_{21} = (3-1) / 3 = 2/3$	$(E_1 \cup E_{40} - E_1 \cap E_{40}) / E_1 \cup E_{40} = (4-0) / 4 = 1$	$(E_1 \cup E_{52} - E_1 \cap E_{52}) / E_1 \cup E_{52} = (4-0) / 4 = 1$
$(E_1 \cup E_{22} - E_1 \cap E_{22}) / E_1 \cup E_{22} = (4-0) / 4 = 1$	$(E_1 \cup E_{41} - E_1 \cap E_{41}) / E_1 \cup E_{41} = (4-0) / 4 = 1$	$(E_1 \cup E_{53} - E_1 \cap E_{53}) / E_1 \cup E_{53} = (4-0) / 4 = 1$

$(E_1 \cup E_{23} - E_1 \cap E_{23}) / E_1 \cup E_{23} = (3-1) / 3 = 2/3$	$(E_1 \cup E_{42} - E_1 \cap E_{42}) / E_1 \cup E_{42} = (3-1) / 3 = 2/3$	$(E_1 \cup E_{54} - E_1 \cap E_{54}) / E_1 \cup E_{54} = (3-1) / 3 = 2/3$
$(E_1 \cup E_{24} - E_1 \cap E_{24}) / E_1 \cup E_{24} = (4-0) / 4 = 1$	$(E_1 \cup E_{43} - E_1 \cap E_{43}) / E_1 \cup E_{43} = (4-0) / 4 = 1$	$(E_1 \cup E_{55} - E_1 \cap E_{55}) / E_1 \cup E_{55} = (3-1) / 3 = 2/3$
$(E_1 \cup E_{25} - E_1 \cap E_{25}) / E_1 \cup E_{25} = (4-0) / 4 = 1$	$(E_1 \cup E_{44} - E_1 \cap E_{44}) / E_1 \cup E_{44} = (4-0) / 4 = 1$	$(E_1 \cup E_{56} - E_1 \cap E_{56}) / E_1 \cup E_{56} = (4-0) / 4 = 1$
$(E_1 \cup E_{26} - E_1 \cap E_{26}) / E_1 \cup E_{26} = (3-1) / 3 = 2/3$	$(E_1 \cup E_{45} - E_1 \cap E_{45}) / E_1 \cup E_{45} = (4-0) / 4 = 1$	$(E_1 \cup E_{57} - E_1 \cap E_{57}) / E_1 \cup E_{57} = (4-0) / 4 = 1$
$(E_1 \cup E_{27} - E_1 \cap E_{27}) / E_1 \cup E_{27} = (4-0) / 4 = 1$	$(E_1 \cup E_{46} - E_1 \cap E_{46}) / E_1 \cup E_{46} = (4-0) / 4 = 1$	$(E_1 \cup E_{58} - E_1 \cap E_{58}) / E_1 \cup E_{58} = (3-1) / 3 = 2/3$
$(E_1 \cup E_{28} - E_1 \cap E_{28}) / E_1 \cup E_{28} = (4-0) / 4 = 1$		$(E_1 \cup E_{59} - E_1 \cap E_{59}) / E_1 \cup E_{59} = (3-1) / 3 = 2/3$
$(E_1 \cup E_{29} - E_1 \cap E_{29}) / E_1 \cup E_{29} = (4-0) / 4 = 1$		$(E_1 \cup E_{60} - E_1 \cap E_{60}) / E_1 \cup E_{60} = (4-0) / 4 = 1$
$(E_1 \cup E_{30} - E_1 \cap E_{30}) / E_1 \cup E_{30} = (4-3) / 4 = 1/4$		$(E_1 \cup E_{61} - E_1 \cap E_{61}) / E_1 \cup E_{61} = (4-0) / 4 = 1$
$(E_1 \cup E_{31} - E_1 \cap E_{31}) / E_1 \cup E_{31} = (4-0) / 4 = 1$		$(E_1 \cup E_{62} - E_1 \cap E_{62}) / E_1 \cup E_{62} = (4-0) / 4 = 1$
$(E_1 \cup E_{32} - E_1 \cap E_{32}) / E_1 \cup E_{32} = (3-1) / 3 = 2/3$		$(E_1 \cup E_{63} - E_1 \cap E_{63}) / E_1 \cup E_{63} = (4-0) / 4 = 1$
$(E_1 \cup E_{33} - E_1 \cap E_{33}) / E_1 \cup E_{33} = (3-1) / 3 = 2/3$		$(E_1 \cup E_{64} - E_1 \cap E_{64}) / E_1 \cup E_{64} = (4-0) / 4 = 1$
$(E_1 \cup E_{34} - E_1 \cap E_{34}) / E_1 \cup E_{34} = (4-0) / 4 = 1$		$(E_1 \cup E_{65} - E_1 \cap E_{65}) / E_1 \cup E_{65} = (4-0) / 4 = 1$

Πίνακας 4.3: Απόσταση Jaccard συνόλου E_1 με τα υπόλοιπα σύνολα

Με τον ίδιο τρόπο όπως φαίνεται πιο πάνω, υλοποιούνται και οι υπόλοιπες αποστάσεις Jaccard των συνόλων $E_2, E_3, E_4, E_5, E_6, E_7, E_8, E_9, E_{10}, E_{11}, E_{12}, E_{13}, E_{14}, E_{15}$ της θεωρίας 1 με τα υπόλοιπα σύνολα των άλλων θεωριών.

1^η τεχνική: Απόσταση Jaccard και απόσταση Hausdorff

$$d_h(A, B) = \max \left\{ \begin{aligned} &\min\{d(E_1, E_{16}), d(E_1, E_{17}), d(E_1, E_{18}), d(E_1, E_{19}), d(E_1, E_{20}), d(E_1, E_{21}), d(E_1, E_{22}), \\ &d(E_1, E_{23}), d(E_1, E_{24}), d(E_1, E_{25}), d(E_1, E_{26}), d(E_1, E_{27}), d(E_1, E_{28}), d(E_1, E_{29}), d(E_1, E_{30}), \\ &d(E_1, E_{31}), d(E_1, E_{32}), d(E_1, E_{33}), d(E_1, E_{34})\}, \min\{d(E_2, E_{16}), d(E_2, E_{17}), d(E_2, E_{18}), d(E_2, E_{19}), \\ &d(E_2, E_{20}), d(E_2, E_{21}), d(E_2, E_{22}), d(E_2, E_{23}), d(E_2, E_{24}), d(E_2, E_{25}), d(E_2, E_{26}), d(E_2, E_{27}), \\ &d(E_2, E_{28}), d(E_2, E_{29}), d(E_2, E_{30}), d(E_2, E_{31}), d(E_2, E_{32}), d(E_2, E_{33}), d(E_2, E_{34})\}, \min\{d(E_3, E_{16}), \\ &d(E_3, E_{17}), d(E_3, E_{18}), d(E_3, E_{19}), d(E_3, E_{20}), d(E_3, E_{21}), d(E_3, E_{22}), d(E_3, E_{23}), d(E_3, E_{24}), \\ &d(E_3, E_{25}), d(E_3, E_{26}), d(E_3, E_{27}), d(E_3, E_{28}), d(E_3, E_{29}), d(E_3, E_{30}), d(E_3, E_{31}), d(E_3, E_{32}), \\ &d(E_3, E_{33}), d(E_3, E_{34})\}, \dots, \min\{d(E_{15}, E_{16}), d(E_{15}, E_{17}), d(E_{15}, E_{18}), d(E_{15}, E_{19}), \\ &d(E_{15}, E_{20}), d(E_{15}, E_{21}), d(E_{15}, E_{22}), d(E_{15}, E_{23}), d(E_{15}, E_{24}), d(E_{15}, E_{25}), d(E_{15}, E_{26}), \\ &d(E_{15}, E_{27}), d(E_{15}, E_{28}), d(E_{15}, E_{29}), d(E_{15}, E_{30}), d(E_{15}, E_{31}), d(E_{15}, E_{32}), d(E_{15}, E_{33}), \\ &d(E_{15}, E_{34})\} \}, \\ &\max \left\{ \min\{d(E_{16}, E_1), d(E_{16}, E_2), d(E_{16}, E_3), d(E_{16}, E_4), d(E_{16}, E_5), d(E_{16}, E_6), d(E_{16}, E_7), \right. \\ &d(E_{16}, E_8)\}, d(E_{16}, E_8), d(E_{16}, E_9), d(E_{16}, E_{10}), d(E_{16}, E_{11}), d(E_{16}, E_{12}), d(E_{16}, E_{13}), d(E_{16}, E_{14}) \\ &d(E_{16}, E_{15})\}, \dots, \min\{d(E_{34}, E_1), d(E_{34}, E_2), d(E_{34}, E_3), d(E_{34}, E_4), \\ &d(E_{34}, E_5), d(E_{34}, E_6), d(E_{34}, E_7), d(E_{34}, E_8), d(E_{34}, E_9), d(E_{34}, E_{10}), d(E_{34}, E_{11}), d(E_{34}, E_{12}), \\ &d(E_{34}, E_{13}), d(E_{34}, E_{14}), d(E_{34}, E_{15})\} \} = 0.75 \end{aligned} \right.$$

Με παρόμοιο τρόπο υπολογίζονται οι αποστάσεις $d_h(A, C) = 0.8$, $d_h(A, D) = 0.75$

⇒ Παρατηρούμε ότι το πιο κοντινό προφίλ στο A είναι το προφίλ B και το D.

2^η τεχνική: Απόσταση Jaccard και Άθροισμα ελαχίστων αποστάσεων

$$d_{md}(A, B) = \min\{d(E_1, E_{16}), d(E_1, E_{17}), d(E_1, E_{18}), d(E_1, E_{19}), d(E_1, E_{20}), d(E_1, E_{21}), d(E_1, E_{22}), d(E_1, E_{23}), d(E_1, E_{24}), d(E_1, E_{25}), d(E_1, E_{26}), d(E_1, E_{27}), d(E_1, E_{28}), d(E_1, E_{29}), d(E_1, E_{30}), d(E_1, E_{31}), d(E_1, E_{32}), d(E_1, E_{33}), d(E_1, E_{34})\} + \min\{d(E_2, E_{16}), d(E_2, E_{17}), d(E_2, E_{18}), d(E_2, E_{19}), d(E_2, E_{20}), d(E_2, E_{21}), d(E_2, E_{22}), d(E_2, E_{23}), d(E_2, E_{24}), d(E_2, E_{25}), d(E_2, E_{26}), d(E_2, E_{27}), d(E_2, E_{28}), d(E_2, E_{29}), d(E_2, E_{30}), d(E_2, E_{31}), d(E_2, E_{32}), d(E_2, E_{33}), d(E_2, E_{34})\} + \min\{d(E_3, E_{16}), d(E_3, E_{17}), d(E_3, E_{18}), d(E_3, E_{19}), d(E_3, E_{20}), d(E_3, E_{21}), d(E_3, E_{22}), d(E_3, E_{23}), d(E_3, E_{24}), d(E_3, E_{25}), d(E_3, E_{26}), d(E_3, E_{27}), d(E_3, E_{28}), d(E_3, E_{29}), d(E_3, E_{30}), d(E_3, E_{31}), d(E_3, E_{32}), d(E_3, E_{33}), d(E_3, E_{34})\} + \dots + \min\{d(E_{15}, E_{16}), d(E_{15}, E_{17}), d(E_{15}, E_{18}), d(E_{15}, E_{19}), d(E_{15}, E_{20}), d(E_{15}, E_{21}), d(E_{15}, E_{22}), d(E_{15}, E_{23}), d(E_{15}, E_{24}), d(E_{15}, E_{25}), d(E_{15}, E_{26}), d(E_{15}, E_{27}), d(E_{15}, E_{28}), d(E_{15}, E_{29}), d(E_{15}, E_{30}), d(E_{15}, E_{31}), d(E_{15}, E_{32}), d(E_{15}, E_{33}), d(E_{15}, E_{34})\} + \min\{d(E_{16}, E_1), d(E_{16}, E_2), d(E_{16}, E_3), d(E_{16}, E_4), d(E_{16}, E_5), d(E_{16}, E_6), d(E_{16}, E_7), d(E_{16}, E_8), d(E_{16}, E_8), d(E_{16}, E_9), d(E_{16}, E_{10}), d(E_{16}, E_{11}), d(E_{16}, E_{12}), d(E_{16}, E_{13}), d(E_{16}, E_{14}), d(E_{16}, E_{15})\} + \dots + \min\{d(E_{34}, E_1), d(E_{34}, E_2), d(E_{34}, E_3), d(E_{34}, E_4), d(E_{34}, E_5), d(E_{34}, E_6), d(E_{34}, E_7), d(E_{34}, E_8), d(E_{34}, E_9), d(E_{34}, E_{10}), d(E_{34}, E_{11}), d(E_{34}, E_{12}), d(E_{34}, E_{13}), d(E_{34}, E_{14}), d(E_{34}, E_{15})\} / 2 = 1.83$$

Με παρόμοιο τρόπο υπολογίζονται οι αποστάσεις $d_{md}(A, C) = 1.45$, $d_{md}(A, D) = 1.20$

⇒ Παρατηρούμε ότι το πιο κοντινό προφίλ στο A είναι το προφίλ D.

3^η τεχνική: Απόσταση Jaccard και απόσταση Αντιστοιχίας (d_s)

$$d_s(B, A) = \min\{d(E_{16}, E_1), d(E_{16}, E_2), d(E_{16}, E_3), d(E_{16}, E_4), d(E_{16}, E_5), d(E_{16}, E_6), d(E_{16}, E_7), d(E_{16}, E_8)\}, d(E_{16}, E_8), d(E_{16}, E_9), d(E_{16}, E_{10}), d(E_{16}, E_{11}), d(E_{16}, E_{12}), d(E_{16}, E_{13}), d(E_{16}, E_{14}), d(E_{16}, E_{15})\} + \dots + \min\{d(E_{34}, E_1), d(E_{34}, E_2), d(E_{34}, E_3), d(E_{34}, E_4), d(E_{34}, E_5), d(E_{34}, E_6), d(E_{34}, E_7), d(E_{34}, E_8), d(E_{34}, E_9), d(E_{34}, E_{10}), d(E_{34}, E_{11}), d(E_{34}, E_{12}), d(E_{34}, E_{13}), d(E_{34}, E_{14}), d(E_{34}, E_{15})\} = 1.83$$

Με παρόμοιο τρόπο υπολογίζονται οι αποστάσεις $d_s(A, C) = 2.03$, $d_s(A, D) = 1.83$

$\implies$ Παρατηρούμε ότι το πιο κοντινό προφίλ στο A είναι το προφίλ B, D.

4^η τεχνική: Απόσταση Jaccard και Απόσταση Ομοιόμορφης Αντιστοιχίας (d_s)

$$d_{fs}(A, B) = \min\{d(E_{16}, E_1), d(E_{16}, E_2), d(E_{16}, E_3), d(E_{16}, E_4), d(E_{16}, E_5), d(E_{16}, E_6), d(E_{16}, E_7), d(E_{16}, E_8)\}, d(E_{16}, E_8), d(E_{16}, E_9), d(E_{16}, E_{10}), d(E_{16}, E_{11}), d(E_{16}, E_{12}), d(E_{16}, E_{13}), d(E_{16}, E_{14}), d(E_{16}, E_{15})\} + \dots + \min\{d(E_{34}, E_1), d(E_{34}, E_2), d(E_{34}, E_3), d(E_{34}, E_4), d(E_{34}, E_5), d(E_{34}, E_6), d(E_{34}, E_7), d(E_{34}, E_8), d(E_{34}, E_9), d(E_{34}, E_{10}), d(E_{34}, E_{11}), d(E_{34}, E_{12}), d(E_{34}, E_{13}), d(E_{34}, E_{14}), d(E_{34}, E_{15})\} = 2.08$$

Με παρόμοιο τρόπο υπολογίζονται οι αποστάσεις $d_{fs}(A, C) = 2.0$, $d_{fs}(A, D) = 1.41$

$\implies$ Παρατηρούμε ότι το πιο κοντινό προφίλ στο A είναι το προφίλ D.

Συμπέρασμα: Με την εφαρμογή του παραδείγματος 2 σε κάθε μια από τις μεθόδους παρατηρείται ότι με την μέθοδο της απόστασης Hausdorff παίρνουμε σαν αποτέλεσμα ότι τα πιο κοντινά προφίλ στο A είναι τα προφίλ B και D, με το άθροισμα των ελαχίστων αποστάσεων και της απόστασης ομοιόμορφης αντιστοιχίας παίρνουμε σαν αποτέλεσμα ότι το πιο κοντινό προφίλ στο A είναι το προφίλ D και με την μέθοδο της απόστασης αντιστοιχίας το προφίλ D. Άρα συνολικά και από τις τέσσερις μεθόδους

μπορούμε να συμπεράνουμε ότι το προφίλ D είναι το πιο κοντινό στο προφίλ A, άρα κατ' επέκταση η θεωρία 4 είναι πιο κοντά στην θεωρία 1.

4.4 Σύγκριση προφίλ με βάση τις ευσταθείς επεκτάσεις

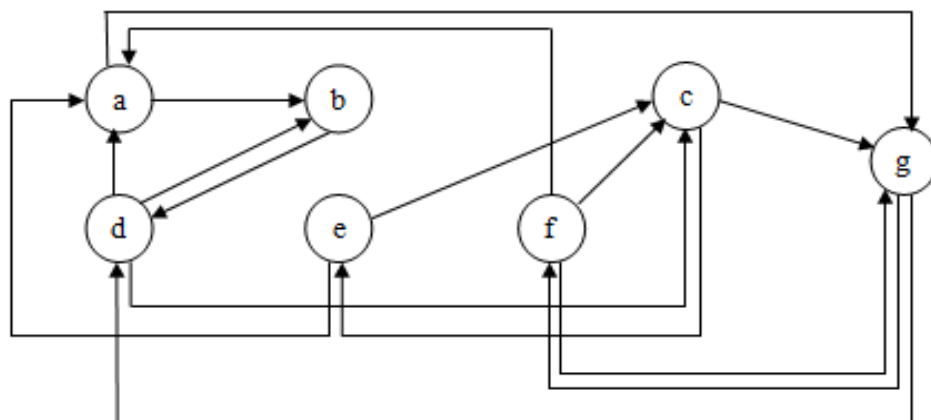
Η σύγκριση που θα παρουσιαστεί στο υποκεφάλαιο αυτό αποτελεί την σύγκριση των διαφόρων προφίλ με βάση τις ευσταθείς επεκτάσεις, που προκύπτουν από τις θεωρίες που αντιπροσωπεύουν τα προφίλ αυτά.

Πιο κάτω παρουσιάζονται τέσσερις θεωρίες που αποτελούνται από επιχειρήματα και αναπαριστούν τα προφίλ τα οποία θα συγκριθούν καθώς επίσης και οι ευσταθείς επεκτάσεις (stable extensions) που προκύπτουν από αυτές με τις οποίες θα γίνει η σύγκριση. Το πιο κάτω παράδειγμα θα χρησιμοποιηθεί για εφαρμογή σε κάθε μια από τις τεχνικές:

Προφίλ A	Προφίλ B	Προφίλ C	Προφίλ D
$E_1 = \{d, e, f\}$	$E_4 = \{f, g\}$	$E_7 = \{b, c, d, f\}$	$E_9 = \{e, g\}$
$E_2 = \{b, e, f\}$	$E_5 = \{d, e\}$	$E_8 = \{a, e, f\}$	$E_{10} = \{e, f\}$
$E_3 = \{b, e, g\}$	$E_6 = \{c, d\}$		$E_{11} = \{b, c\}$

Πίνακας 4.4: Παράδειγμα 3, σύνολα σταθερών επεκτάσεων προς σύγκριση για κάθε προφίλ

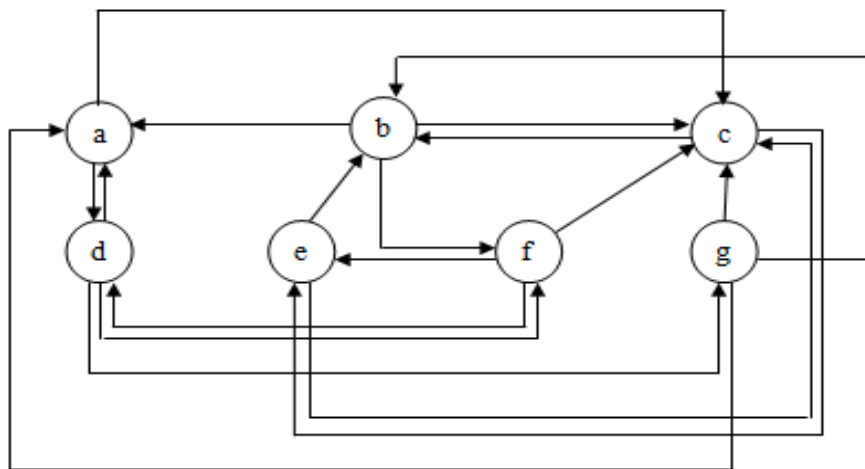
Τα σύνολα που παρουσιάζονται στο Παράδειγμα 3 προκύπτουν από τις ακόλουθες θεωρίες:



ΘΕΩΡΙΑ 1

$E_1 = \{d, e, f\}, E_2 = \{b, e, f\}, E_3 = \{b, e, g\}$

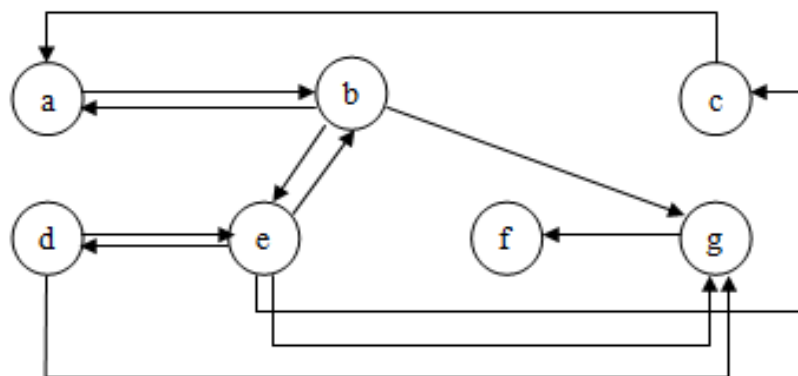
Σχήμα 4.5: Γράφημα Θεωρίας 1 και οι σταθερές επεκτάσεις της



ΘΕΩΡΙΑ 2

$E_4 = \{f, g\}, E_5 = \{d, e\}, E_6 = \{c, d\}$

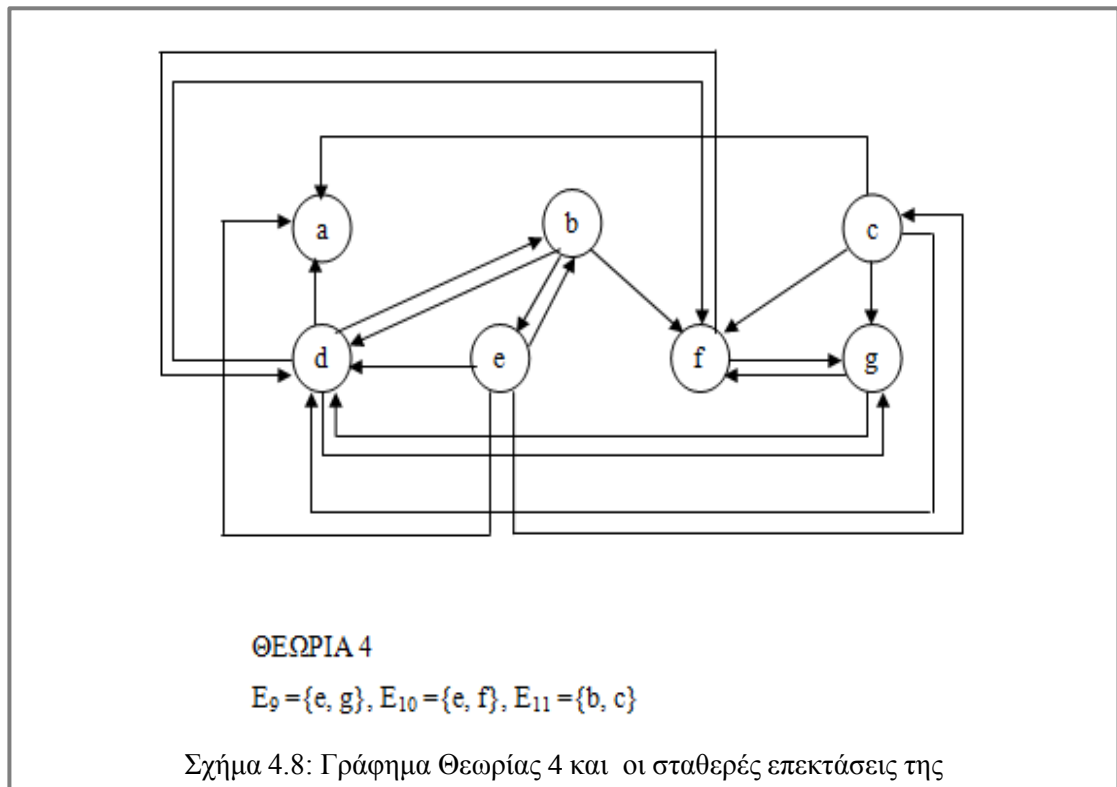
Σχήμα 4.6: Γράφημα Θεωρίας 2 και οι σταθερές επεκτάσεις της



ΘΕΩΡΙΑ 3

$E_7 = \{b, c, d, f\}, E_8 = \{a, e, f\}$

Σχήμα 4.7: Γράφημα Θεωρίας 3 και οι σταθερές επεκτάσεις της



Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται οι αποστάσεις μεταξύ των επιμέρους συνόλων των μεγαλύτερων συνόλων χρησιμοποιώντας την απόσταση Jaccard.

$(E_1 \cup E_4 - E_1 \cap E_4) / E_1 \cup E_4 =$ (5-1)/5 = 4/5	$(E_1 \cup E_7 - E_1 \cap E_7) / E_1 \cup E_7 =$ (5-2)/5 = 3/5	$(E_1 \cup E_9 - E_1 \cap E_9) / E_1 \cup E_9 =$ (4-1)/4 = 3/4
$(E_1 \cup E_5 - E_1 \cap E_5) / E_1 \cup E_5 =$ (3-2)/3 = 1/3	$(E_1 \cup E_8 - E_1 \cap E_8) / E_1 \cup E_8 =$ (4-2)/4 = 1/2	$(E_1 \cup E_{10} - E_1 \cap E_{10}) / E_1 \cup E_{10} =$ (3-2)/3 = 1/3
$(E_1 \cup E_6 - E_1 \cap E_6) / E_1 \cup E_6 =$ (4-1)/4 = 3/4		$(E_1 \cup E_{11} - E_1 \cap E_{11}) / E_1 \cup E_{11} =$ (5-0)/5 = 1

Πίνακας 4.5: Απόσταση Jaccard συνόλου E_1 με τα υπόλοιπα σύνολα

$(E_2 \cup E_4 - E_2 \cap E_4) / E_2 \cup E_4 =$ (4-1)/4 = 3/4	$(E_2 \cup E_7 - E_2 \cap E_7) / E_2 \cup E_7 =$ (5-2)/5 = 3/5	$(E_2 \cup E_9 - E_2 \cap E_9) / E_2 \cup E_9 =$ (4-1)/4 = 3/4
$(E_2 \cup E_5 - E_2 \cap E_5) / E_2 \cup E_5 =$ (4-1)/4 = 3/4	$(E_2 \cup E_8 - E_2 \cap E_8) / E_2 \cup E_8 =$ (4-2)/4 = 1/2	$(E_2 \cup E_{10} - E_2 \cap E_{10}) / E_2 \cup E_{10} =$ (3-2)/3 = 1/3
$(E_2 \cup E_6 - E_2 \cap E_6) / E_2 \cup E_6 =$ (5-0)/5 = 1		$(E_2 \cup E_{11} - E_2 \cap E_{11}) / E_2 \cup E_{11} =$ (4-1)/4 = 3/4

Πίνακας 4.6: Απόσταση Jaccard συνόλου E_2 με τα υπόλοιπα σύνολα

$(E_3 \cup E_4 - E_3 \cap E_4) / E_3 \cup E_4 =$ (4-1)/4 = 3/4	$(E_3 \cup E_7 - E_3 \cap E_7) / E_3 \cup E_7 =$ (6-1)/6 = 5/6	$(E_3 \cup E_9 - E_3 \cap E_9) / E_3 \cup E_9 =$ (3-2)/3 = 1/3
$(E_3 \cup E_5 - E_3 \cap E_5) / E_3 \cup E_5 =$ (4-1)/4 = 3/4	$(E_3 \cup E_8 - E_3 \cap E_8) / E_3 \cup E_8 =$ (5-1)/5 = 4/5	$(E_3 \cup E_{10} - E_3 \cap E_{10}) / E_3 \cup E_{10} =$ (4-1)/4 = 3/4
$(E_3 \cup E_6 - E_3 \cap E_6) / E_3 \cup E_6 =$ (5-0)/5 = 1		$(E_3 \cup E_{11} - E_3 \cap E_{11}) / E_3 \cup E_{11} =$ (4-1)/4 = 3/4

Πίνακας 4.7: Απόσταση Jaccard συνόλου E_3 με τα υπόλοιπα σύνολα

1^η τεχνική: Απόσταση Jaccard και απόσταση Hausdorff

$$d_h(A, B) = \max \left\{ \max \{ \min \{ d(E_1, E_4), d(E_1, E_5) \}, d(E_1, E_6) \}, \min \{ d(E_2, E_4), d(E_2, E_5), d(E_2, E_6) \}, \min \{ d(E_3, E_4), d(E_3, E_5), d(E_3, E_6) \} \right\}, \\ \max \{ \min \{ d(E_4, E_1), d(E_4, E_2), d(E_4, E_3) \}, \min \{ d(E_5, E_1), d(E_5, E_2), d(E_5, E_3) \}, \min \{ d(E_6, E_1), d(E_6, E_2), d(E_6, E_3) \} \} = \\ \max \left\{ \max \{ \min \{ 4/5, 1/3, 3/4 \}, \min \{ 3/4, 3/4, 1 \}, \min \{ 3/4, 3/4, 1 \} \}, \max \{ \min \{ 4/5, 3/4, 3/4 \}, \min \{ 1/3, 3/4, 3/4 \}, \min \{ 3/4, 1, 1 \} \} \right\} = \max \{ \max \{ 1/3, 3/4, 3/4 \}, \max \{ 3/4, 1/3, 3/4 \} \} = 3/4$$

$$d_h(A, C) = \max \left\{ \max \{ \min \{ d(E_1, E_7), d(E_1, E_8) \}, \min \{ d(E_2, E_7), d(E_2, E_8) \}, \min \{ d(E_3, E_7), d(E_3, E_8) \} \}, \right. \\ \left. \max \{ \min \{ d(E_7, E_1), d(E_7, E_2), d(E_7, E_3) \}, \min \{ d(E_8, E_1), d(E_8, E_2), d(E_8, E_3) \} \} \right\} = \\ \max \left\{ \max \{ \min \{ 3/5, 1/2 \}, \min \{ 3/5, 1/2 \}, \min \{ 5/6, 4/5 \} \}, \max \{ \min \{ 3/5, 3/5, 5/6 \}, \min \{ 1/2, 1/2, 4/5 \} \} \right\} = \max \{ \max \{ 1/2, 1/2, 4/5 \}, \max \{ 3/5, 1/2 \} \} = 4/5$$

$$d_h(A, D) = \max \left\{ \max \{ \min \{ d(E_1, E_9), d(E_1, E_{10}), d(E_1, E_{11}) \}, \min \{ d(E_2, E_9), d(E_2, E_{10}), d(E_2, E_{11}) \}, \min \{ d(E_3, E_9), d(E_3, E_{10}), d(E_3, E_{11}) \} \}, \right. \\ \left. \max \{ \min \{ d(E_9, E_1), d(E_9, E_2), d(E_9, E_3) \}, \min \{ d(E_{10}, E_1), d(E_{10}, E_2), d(E_{10}, E_3) \}, \min \{ d(E_{11}, E_1), d(E_{11}, E_2), d(E_{11}, E_3) \} \} \right\} = \\ \max \{ \max \{ \min \{ 3/4, 1/3, 1 \}, \min \{ 3/4, 1/3, 3/4 \}, \min \{ 1/3, 3/4, 3/4 \} \}, \max \{ \min \{ 3/4, 3/4, 1/3 \}, \min \{ 1/3, 1/3, 3/4 \}, \min \{ 1, 3/4, 3/4 \} \} \} = \\ \max \{ \max \{ 1/3, 1/3, 1/3 \}, \max \{ 1/3, 1/3, 3/4 \} \} = 3/4$$

⇒ Παρατηρούμε ότι το πιο κοντινό προφίλ στο A είναι τα προφίλ B και το D.

2^η τεχνική: Απόσταση Jaccard και Άθροισμα ελαχίστων αποστάσεων

$$d_{\text{md}}(A, B) = ((\min\{d(E_1, E_4), d(E_1, E_5), d(E_1, E_6)\} + \min\{d(E_2, E_4), d(E_2, E_5), d(E_2, E_6)\} + \min\{d(E_3, E_4), d(E_3, E_5), d(E_3, E_6)\}) + (\min\{d(E_4, E_1), d(E_4, E_2), d(E_4, E_3)\} + \min\{d(E_5, E_1), d(E_5, E_2), d(E_5, E_3)\} + \min\{d(E_6, E_1), d(E_6, E_2), d(E_6, E_3)\})) / 2 =$$

$$((\min\{4/5, 1/3, 3/4\} + \min\{3/4, 3/4, 1\} + \min\{3/4, 3/4, 1\}) + (\min\{4/5, 3/5, 3/4\} + \min\{1/3, 3/4, 3/4\} + \min\{3/4, 1, 1\})) / 2 = ((1/3 + 3/4 + 3/4) + (3/5 + 1/3 + 3/4)) / 2 = 1.75$$

$$d_{\text{md}}(A, C) = ((\min\{d(E_1, E_7), d(E_1, E_8)\} + \min\{d(E_2, E_7), d(E_2, E_8)\} + \min\{d(E_3, E_7), d(E_3, E_8)\}) + (\min\{d(E_7, E_1), d(E_7, E_2), d(E_7, E_3)\} + \min\{d(E_8, E_1), d(E_8, E_2), d(E_8, E_3)\})) / 2 = ((\min\{3/5, 1/2\} + \min\{3/5, 1/2\} + \min\{5/6, 4/5\}) + (\min\{3/5, 3/5, 5/6\} + \min\{1/2, 1/2, 4/5\})) / 2 = ((1/2 + 1/2 + 4/5) + (3/5 + 1/2)) / 2 = 1.45$$

$$d_{\text{md}}(A, D) = ((\min\{d(E_1, E_9), d(E_1, E_{10}), d(E_1, E_{11})\} + \min\{d(E_2, E_9), d(E_2, E_{10}), d(E_2, E_{11})\} + \min\{d(E_3, E_9), d(E_3, E_{10}), d(E_3, E_{11})\}) + (\min\{d(E_9, E_1), d(E_9, E_2), d(E_9, E_3)\} + \min\{d(E_{10}, E_1), d(E_{10}, E_2), d(E_{10}, E_3)\} + \min\{d(E_{11}, E_1), d(E_{11}, E_2), d(E_{11}, E_3)\})) / 2 =$$

$$((\min\{3/4, 1/3, 1\} + \min\{3/4, 1/3, 3/4\} + \min\{1/3, 3/4, 3/4\}) + (\min\{3/4, 3/4, 1/3\} + \min\{1/3, 1/3, 3/4\} + \min\{1, 3/4, 3/4\})) / 2 = ((1/3 + 1/3 + 1/3) + (1/3 + 1/3 + 3/4)) / 2 = 1.36$$

⇒ Παρατηρούμε ότι το πιο κοντινό προφίλ στο A είναι το προφίλ D.

3^η τεχνική: Απόσταση Jaccard και απόσταση αντιστοιχίας (d_s)

$$d_s(A, B) = \min \{d(E_1, E_4), d(E_1, E_5), d(E_1, E_6)\} + \min \{d(E_2, E_4), d(E_2, E_5), d(E_2, E_6)\} + \min \{d(E_3, E_4), d(E_3, E_5), d(E_3, E_6)\} = \min \{4/5, 1/3, 3/4\} + \min \{3/4, 3/4, 1\} + \min \{3/4, 3/4, 1\} = 1/3 + 3/4 + 3/4 = 1.83$$

$$d_s(A, C) = \min \{d(E_1, E_7), d(E_1, E_8)\} + \min \{d(E_2, E_7), d(E_2, E_8)\} + \min \{d(E_3, E_7), d(E_3, E_8)\} = \min \{3/5, 1/2\} + \min \{3/5, 1/2\} + \min \{5/6, 4/5\} = 1/2 + 1/2 + 4/5 = 1.8$$

$$d_s(A, D) = \min \{d(E_1, E_9), d(E_1, E_{10}), d(E_1, E_{11})\} + \min \{d(E_2, E_9), d(E_2, E_{10}), d(E_2, E_{11})\} + \min \{d(E_3, E_9), d(E_3, E_{10}), d(E_3, E_{11})\} = \min \{3/4, 1/3, 1\} + \min \{3/4, 1/3, 3/4\} + \min \{1/3, 3/4, 3/4\} = 1/3 + 1/3 + 1/3 = 1$$

$\implies$ Παρατηρούμε ότι το πιο κοντινό προφίλ στο A είναι το προφίλ D.

4^η τεχνική: Απόσταση Jaccard και απόσταση Ομοιόμορφης αντιστοιχίας (d_s)

$$d_{fs}(A, B) = \min \{d(E_1, E_4), d(E_1, E_5), d(E_1, E_6)\} + \min \{d(E_2, E_4), d(E_2, E_5), d(E_2, E_6)\} + \min \{d(E_3, E_4), d(E_3, E_5), d(E_3, E_6)\} = \min \{4/5, 1/3, 3/4\} + \min \{3/4, 3/4, 1\} + \min \{3/4, 3/4, 1\} = d(E_1, E_5) + d(E_2, E_4) + d(E_3, E_4) = 1/3 + 3/4 + 3/4 = 1.83$$

$$||f^{-1}\{E_4\} - f^{-1}\{E_5\} - f^{-1}\{E_6\}|| = 2 - 1 - 0 = 1 \leq 1$$

$$d_{fs}(A, C) = \min \{d(E_1, E_7), d(E_1, E_8)\} + \min \{d(E_2, E_7), d(E_2, E_8)\} + \min \{d(E_3, E_7), d(E_3, E_8)\} = \min \{3/5, 1/2\} + \min \{3/5, 1/2\} + \min \{5/6, 4/5\} = d(E_1, E_8) + d(E_2, E_8) + d(E_3, E_7) = 1/2 + 1/2 + 5/6 = 1.38$$

$$||f^{-1}\{E_7\} - f^{-1}\{E_8\}|| = 1 - 2 = -1 \leq 1$$

$$d_s(A, D) = \min \{d(E_1, E_9), d(E_1, E_{10}), d(E_1, E_{11})\} + \min \{d(E_2, E_9), d(E_2, E_{10}), d(E_2, E_{11})\} + \min \{d(E_3, E_9), d(E_3, E_{10}), d(E_3, E_{11})\} = \min \{3/4, 1/3, 1\} + \min \{3/4, 1/3, 3/4\} + \min \{1/3, 3/4, 3/4\} = d(E_1, E_{10}) + d(E_2, E_{10}) + d(E_3, E_9) = 1/3 + 1/3 + 1/3 = 1$$

$$|f^{-1}\{E_9\}| - |f^{-1}\{E_{10}\}| - |f^{-1}\{E_{11}\}| = 1-2-0 = -1 \leq 1$$

$\implies$ Παρατηρούμε ότι το πιο κοντινό προφίλ στο A είναι το προφίλ D.

Συμπέρασμα: Με την εφαρμογή του παραδείγματος 3 σε κάθε μια από τις μεθόδους παρατηρούμε ότι με την μέθοδο της απόστασης Hausdorff παίρνουμε σαν αποτέλεσμα ότι το πιο κοντινό προφίλ στο A είναι το προφίλ B και D και με τις υπόλοιπες μεθόδους Αθροισμα Ελαχίστων Αποστάσεων, Απόσταση Ααντιστοιχίας, Απόσταση Ομοιόμορφης Αντιστοιχίας παίρνουμε σαν αποτέλεσμα ότι το πιο κοντινό προφίλ στο A είναι το προφίλ D. Έτσι αν πάρουμε συνολικά τα αποτελέσματα των μεθόδων θα δούμε ότι το πιο κοντινό προφίλ στο A είναι το προφίλ D, άρα κατ' επέκταση η θεωρία 4 είναι η πιο όμοια στην θεωρία 1.

4.4 Συμπεράσματα σε σχέση με τους δύο τρόπους σύγκρισης

Με την εφαρμογή των δύο τρόπων σύγκρισης δηλαδή με βάση τις ίδιες τις θεωρίες και τις ευσταθείς επεκτάσεις που προκύπτουν από τις θεωρίες στα παραδείγματα 2 και 3 αντίστοιχα, παρατηρούμε ότι εξάγεται το ίδιο αποτέλεσμα σχετικά με το πιο κοντινό προφίλ στο αρχικό προφίλ. Οι συνδυασμοί μεθόδων που χρησιμοποιούνται σε κάθε ένα από τους δύο τρόπους μπορεί να μην επιφέρουν το ίδιο αποτέλεσμα και αυτό συμβαίνει γιατί επεξεργάζονται τα στοιχεία με διαφορετικό τρόπο. Με τη σύγκριση όμως των προφίλ με δύο τρόπους, είμαστε σε θέση να βρούμε ποιο είναι το πιο κοντινό προφίλ στο πρώτο αφού έχουμε ένα συνολικό αποτέλεσμα από τις συγκρίσεις των συνδυασμών μεθόδων που γίνονται με τον ένα και με τον άλλο τρόπο.

Δηλαδή μιλώντας συγκεκριμένα μπορούμε να πούμε ότι για τις θεωρίες που παρουσιάστηκαν πιο πάνω που αντιπροσωπεύουν τα προφίλ, αν πάρουμε συνολικά τα αποτελέσματα και από τον πρώτο και από το δεύτερο τρόπος σύγκρισης, θα δούμε ότι το προφίλ D είναι το πιο κοντινό προφίλ στο A. Αυτό το συμπέρασμα μπορεί να εξαχθεί λόγω το η πλειονότητα των συνδυασμών των μεθόδων συμφωνεί στο ότι το προφίλ D είναι το πιο κοντινό στο A, παρόλο που μπορεί να υπάρχουν κάποιοι συνδυασμοί μεθόδων που έχουν διαφορετικό αποτέλεσμα.

Κεφάλαιο 5

Σύστημα Υλοποίησης

5.1 Επεξήγηση συστήματος υλοποίησης	59
5.2 Αποτελέσματα υλοποίησης	63

5.1 Επεξήγηση συστήματος υλοποίησης

Στο υποκεφάλαιο αυτό θα παρουσιαστεί με λεπτομέρεια το σύστημα που υλοποιήθηκε στη γλώσσα προγραμματισμού C. Γενικά, στόχος του προγράμματος είναι έχοντας ένα προφίλ προς σύγκριση που αποτελείται από επιχειρήματα, να εντοπιστεί το πιο όμοιο σύνολο με αυτό, μέσα από ένα αριθμό συνόλων που αποτελούνται επίσης από επιχειρήματα.

Αναλυτικά το πρόγραμμα λειτουργεί ως εξής: Το πρόγραμμα δέχεται σαν είσοδο από τον χρήστη μέσω του πληκτρολογίου τον αριθμό θεωριών που αναπαριστούν τα προφίλ, το πλήθος των επιχειρημάτων που θα έχουν οι θεωρίες καθώς και την πυκνότητα των θεωριών. Οι θεωρίες αυτές είναι ουσιαστικά τα γραφήματα που θα δημιουργηθούν από το πρόγραμμα με τις σχέσεις επίθεσης (όπως έχουν περιγραφεί στο Κεφάλαιο 2), όπου οι κόμβοι αντιστοιχούν στα επιχειρήματα και τα κατευθυνόμενα βέλη τις σχέσεις μεταξύ τους. Η κατεύθυνση του κάθε βέλους έχει να κάνει με ποιο επιχείρημα «επιτίθεται» σε ποιο. Η πυκνότητα των θεωριών αφορά την ποσότητα των σχέσεων μεταξύ των επιχειρημάτων και καθορίζεται ως ένας δεκαδικός αριθμός από το 0-1 όπου το 0 σημαίνει καθόλου πυκνότητα και το 1 πλήρης πυκνότητα. Δηλαδή όσο μεγαλύτερος αριθμός πυκνότητας καθορίζεται από το χρήστη τόσο περισσότερα κατευθυνόμενα βέλη υπάρχουν στο γράφημα για την κάθε θεωρία.

Για να δημιουργηθούν τα γραφήματα αυτά χρησιμοποιείται μια έτοιμη συνάρτηση της γλώσσας C που παράγει τυχαία αριθμούς από το 0 μέχρι το 1. Αν ο αριθμός που δημιουργείται από τη συνάρτηση αυτή είναι μικρότερος ή ίσος από τον αριθμό που

καθόρισε ο χρήστης ως πυκνότητα του γραφήματος, τότε δημιουργείται μια σχέση «επίθεσης» από το ένα επιχείρημα στο άλλο.

Τα γραφήματα αυτά στο πρόγραμμα αναπαρίστανται σαν δισδιάστατοι πίνακες οι οποίοι έχουν την τιμή 1 σε κάποια θέση αν υπάρχει σχέση επίθεσης από το ένα επιχείρημα στο άλλο και 0 αν δεν υπάρχει σχέση επίθεσης από το ένα επιχείρημα στο άλλο. Επιπλέον σχέση επίθεσης δεν υπάρχει από ένα επιχείρημα προς το ίδιο το επιχείρημα.

Για να γίνει σύγκριση μεταξύ των θεωριών χρησιμοποιούνται τεχνικές όπως περιγράφηκαν στο Κεφάλαιο 3 αλλά η σύγκριση γίνεται με δύο τρόπους. Ο πρώτος τρόπος σύγκρισης γίνεται με βάση τις ευσταθείς επεκτάσεις των θεωριών που δημιουργούνται και ο δεύτερος τρόπος σύγκρισης γίνεται με βάση τα σύνολα επιχειρημάτων που δημιουργούνται από τις σχέσεις επίθεσης μεταξύ των θεωριών.

Την πρώτη φορά που γίνεται η σύγκριση μεταξύ των θεωριών χρειάζεται να δημιουργηθούν οι ευσταθείς επεκτάσεις από τις θεωρίες. Για να γίνει αυτό παρεμβάλλεται στο πρόγραμμα το κάλεσμα ενός SAT solver, ο οποίος δημιουργεί αυτές τις ευσταθείς επεκτάσεις. Επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί ο Precosat ως SATsolver, μετά από υπόδειξη του επιβλέποντος καθηγητή της Διπλωματικής Εργασίας. Ο Precosat δίνοντάς του την κατάλληλη είσοδο, επιστρέφει αν η είσοδος είναι αποδεκτή και δίνει τις ευσταθείς επεκτάσεις για την είσοδο αυτή.

Για να λειτουργήσει ο Precosat χρειάζεται προτάσεις σε συζευκτική κανονική μορφή (conjunctive normal form) cnf δηλαδή προτάσεις από όρους (clauses) που συνδέονται μεταξύ τους με τη σύζευξη, όπου το κάθε κόρος αποτελεί μια διάζευξη από κυριολεκτικά (literals). Οι όροι αυτοί αντιπροσωπεύονται ως αριθμοί που ο καθένας συμβολίζει ένα επιχείρημα. Η ύπαρξη ενός επιχειρήματος συμβολίζεται με αριθμό ενώ η απουσία του με αρνητικό πρόσημο του αριθμού. Ο Precosat προϋποθέτει ακόμα τον ορισμό του αριθμού μεταβλητών που θα χρησιμοποιηθούν καθώς και τον αριθμό των clauses που θα δίνονται ως είσοδος. Για να δημιουργηθεί η είσοδος για τον Precosat πρέπει να μετρηθούν αρχικά πόσα clauses δημιουργούνται από την θεωρία μου και να μετατραπούν όλες τις προτάσεις που προκύπτουν από την θεωρία σε συζευκτική

κανονική μορφή για να μπορώ να δοθούν σαν είσοδος στον Precosat. Μια σταθερή επέκταση ορίζεται ως αυτό που περιέχει στοιχεία τα οποία δεν έχουν σχέση «επίθεσης» το ένα στο άλλο και επίσης αν το στοιχείο δεν είναι μέσα στο σύνολο είναι μέσα σίγουρα αυτά που του επιτίθενται. Άρα οι προτάσεις δημιουργούνται με βάση την αρχή αυτή. Έχοντας τον διδιάστατο πίνακα για κάθε θεωρία αναζητείται η τιμή 1 που συμβολίζει την «επίθεση» από το ένα επιχείρημα στο άλλο και δημιουργούνται οι ανάλογοι όροι οι οποίοι εγγράφονται σε αρχείο που δίνεται σαν είσοδος στον Precosat.

Το επόμενο βήμα αφορά στην επεξεργασία των αποτελεσμάτων του Precosat. Όσο ο Precosat δεν επιστρέφει την τιμή μη-ικανοποιήσιμο (unsatisfiable) για την συγκεκριμένη πρόταση που του δίνεται, δηλαδή συνεχίζει να βρίσκει λύσεις, γίνεται ανάγνωση των γραμμών του αρχείου εξόδου που δίνεται και δημιουργείται μια σταθερή επέκταση για την κάθε θεωρία. Επειδή όμως ο Precosat δεν επιστρέφει όλες τις δυνατές ευσταθείς επεκτάσεις από την αρχή, η κάθε λύση που επιστρέφει γράφεται στο αρχείο εισόδου του Precosat με τις αντίθετες τιμές από αυτές που δόθηκαν σαν αποτέλεσμα δηλαδή για παράδειγμα αν δόθηκαν οι τιμές -1 2 3 -4 στο αρχείο εισόδου γράφονται οι τιμές 1 -2 -3 4 και συνεχίζεται η εκτέλεση. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται μέχρι να μην υπάρχουν άλλες ευσταθείς επεκτάσεις σαν έξοδος από τον Precosat και έτσι θα σχηματιστεί ένας διδιάστατος πίνακας για κάθε θεωρία η γραμμή του οποίου αποτελεί μια σταθερή επέκταση για τη θεωρία. Στην περίπτωση που δεν δημιουργηθεί σταθερή επέκταση για κάποια θεωρία τότε δεν συμπεριληφθεί για σύγκριση.

Τελικό βήμα είναι η σύγκριση των θεωριών για εντοπισμό της πιο όμοιας-κοντινής θεωρίας στην θεωρία προς σύγκριση. Για να συγκριθούν οι επεκτάσεις χρησιμοποιούνται τέσσερις συνδυασμούς μεθόδων μέσα από τις μεθόδους σύγκρισης που περιγράφηκαν στο Κεφάλαιο 3. Σε κάθε περίπτωση πραγματοποιείται η επιμέρους σύγκριση των στοιχείων των επεκτάσεων με τη χρήση της απόστασης Jaccard και τη γενική σύγκριση μεταξύ των επεκτάσεων της μιας θεωρίας σε σχέση με την άλλη χρησιμοποιώ τις μετρικές απόστασης, απόσταση Hausdorff, Άθροισμα Ελαχίστων αποστάσεων, απόσταση αντιστοιχίας επί και απόσταση ομοιόμορφης αντιστοιχίας επί. Επιλέχθηκαν οι συγκεκριμένες τεχνικές σε αυτούς τους συνδυασμούς γιατί δίνουν πιο

σωστά αποτελέσματα, γιατί αν χρησιμοποιούνταν η απόσταση Hausdorff μεταξύ των επιμέρους στοιχείων των επεκτάσεων δεν θα είχε τόσο καλά αποτελέσματα αφού η απόσταση μεταξύ τους είναι ή μηδέν ή ένα. Χρησιμοποιώντας το όμως για τη σύγκριση μεταξύ της μιας επέκτασης από το άλλο παράγονται σωστά αποτελέσματα γιατί έχω διάφορους αριθμούς.

Τη δεύτερη φορά γίνεται η σύγκριση μεταξύ των συνόλων που προκύπτουν από τις σχέσεις επίθεσης μεταξύ των θεωριών, άρα χρειάζεται να παραχθούν σύνολα μέσα από τους δισδιάστατους πίνακες που αντιπροσωπεύουν τις θεωρίες. Η κάθε θεωρία έχει αριθμό συνόλων ίδιο με τον αριθμό των επιχειρημάτων της. Διαβάζοντας την κάθε γραμμή του δισδιάστατου πίνακα που αναπαριστά τη θεωρία, παίρνουμε το επιχείρημα που αντιπροσωπεύει η συγκεκριμένη γραμμή και τα επιχειρήματα στα οποία επιτίθεται και σχηματίζουμε το σύνολο. Η σχέση αυτή επίθεσης συμβολίζεται με τον αριθμό 1 στον δισδιάστατο πίνακα. Άρα για την κάθε θεωρία υπάρχουν σύνολα συνόλων επιχειρημάτων.

Επόμενο βήμα είναι η σύγκριση των θεωριών. Για να συγκριθούν τα σύνολα χρησιμοποιούνται τέσσερις συνδυασμούς μεθόδων από τις μεθόδους σύγκρισης που περιγράφηκαν στο Κεφάλαιο 3. Σε κάθε περίπτωση πραγματοποιείται η επιμέρους σύγκριση των στοιχείων των συνόλων με τη χρήση της απόστασης Jaccard και τη γενική σύγκριση μεταξύ των συνόλων της μιας θεωρίας σε σχέση με την άλλη χρησιμοποιώ τις μετρικές απόστασης συνόλων, απόσταση Hausdorff, Άθροισμα ελαχίστων αποστάσεων, απόσταση αντιστοιχίας επί και απόσταση ομοιόμορφης αντιστοιχίας επί. Επιλέχθηκαν οι συγκριμένες τεχνικές σε αυτούς τους συνδυασμούς γιατί δίνουν πιο σωστά αποτελέσματα, δηλαδή αν χρησιμοποιούνταν η απόσταση Hausdorff μεταξύ των επιμέρους στοιχείων των συνόλων δεν θα έδιναν τόσο καλά αποτελέσματα αφού η απόσταση μεταξύ τους είναι ή μηδέν ή ένα. Χρησιμοποιώντας το όμως για τη σύγκριση μεταξύ του ενός συνόλου από το άλλο δίνει σωστά αποτελέσματα γιατί έχω διάφορους αριθμούς.

Τα αποτελέσματα χρησιμοποιώντας και τους δύο τρόπους αποθηκεύονται σε ένα αρχείο. Στο αρχείο αυτό παρουσιάζονται οι θεωρίες όπως αναπαρίστανται σαν δισδιάστατοι πίνακες, οι ευσταθείς επεκτάσεις των θεωριών αυτών, τα σύνολα συνόλων

επιχειρημάτων των θεωριών και ακολούθως η κατάταξη των θεωριών από την πιο όμοια-κοντινή θεωρία προς την θεωρία προς σύγκριση πρώτα χρησιμοποιώντας οι ευσταθείς επεκτάσεις της κάθε θεωρίας και έπειτα χρησιμοποιώντας την θεωρία σαν σύνολα. Στην οθόνη παρουσιάζονται όλες οι θεωρίες καθώς και οι ψήφοι που πήρε η κάθε θεωρία κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης με τους δύο τρόπους σύγκρισης. Με τον όρο ψήφους εννοούμε πόσες φορές δόθηκε από τις μεθόδους σύγκρισης ως αποτέλεσμα μια θεωρία πρώτη στην κατάταξη ως η πιο όμοια στην αρχική θεωρία.

5.2 Αποτελέσματα υλοποίησης

Στο υποκεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται μια πιθανή εκτέλεση του προγράμματος. Ο αριθμός των θεωριών που εισάγονται είναι τέσσερις, ο αριθμός των επιχειρημάτων είναι δέκα και η πυκνότητα του κάθε γραφήματος που αναπαριστά την θεωρία είναι 0.4. Σαν έξοδος δίνεται η κατάταξη των θεωριών με βάση τις ψήφους που πήραν με τους δύο τρόπους σύγκρισης. Πιο κάτω φαίνεται το στιγμιότυπο οθόνης όπως πάρθηκε από το πρόγραμμα καθώς και αναλυτικά τα αποτελέσματα σύγκρισης των θεωριών με τις διάφορες μεθόδους όπως πάρθηκαν από το αρχείο των αποτελεσμάτων του προγράμματος.

Πιθανή εκτέλεση

```
Dose ton arithmo theoriwn pu epithimeis: 4
Dose to plithos twn epixeirimatwn pu epithimeis :10
Dose tin piknotita tu grafimatos pu epithimeis mesa sto range timewn [0,1] :0.4
Ta apotelesmata emfanizontai sto arxeio results.txt ke oxi stin othoni
1os tropos: Sygkrisi me vasi ta stable extensions twn theoriwn:
i theoria 1 pire 3 psifus
i theoria 2 pire 1 psifus
i theoria 3 pire 0 psifus
i theoria 4 pire 0 psifus
2os tropos: Sygkrisi me vasi tis idies tis theories:
i theoria 1 pire 3 psifus
i theoria 2 pire 0 psifus
i theoria 3 pire 0 psifus
i theoria 4 pire 1 psifus
giwta@giwta-VGN-FW11M:~/Desktop/diplomatiki_29.04$
```

Οι παρακάτω πίνακες αποτελούν μια αναπαράσταση του γραφήματος κάθε θεωρίας. Η τιμή 1 στον πίνακα υποδηλώνει τη σχέση επίθεσης από το ένα επιχείρημα στο άλλο, ενώ η τιμή 0 υποδηλώνει ότι δε υπάρχει σχέση επίθεσης από το ένα επιχείρημα στο άλλο.

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀
X ₁	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1
X ₂	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0
X ₃	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0
X ₄	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0
X ₅	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0
X ₆	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0
X ₇	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1
X ₈	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
X ₉	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0
X ₁₀	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0

Πίνακας 5.1: Αναπαράσταση θεωρίας με την οποία θα γίνει σύγκριση

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀
X ₁	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
X ₂	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0
X ₃	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0
X ₄	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
X ₅	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0
X ₆	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0
X ₇	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1
X ₈	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1
X ₉	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
X ₁₀	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0

Πίνακας 5.2: Αναπαράσταση θεωρίας 1

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀
X ₁	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0
X ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
X ₃	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0
X ₄	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1
X ₅	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0
X ₆	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
X ₇	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
X ₈	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1
X ₉	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
X ₁₀	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0

Πίνακας 5.3: Αναπαράσταση θεωρίας 2

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀
X ₁	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
X ₂	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1
X ₃	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0
X ₄	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
X ₅	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0
X ₆	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
X ₇	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0
X ₈	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0
X ₉	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
X ₁₀	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0

Πίνακας 5.4: Αναπαράσταση θεωρίας 3

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀
X ₁	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1
X ₂	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
X ₃	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0
X ₄	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
X ₅	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X ₆	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X ₇	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0
X ₈	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
X ₉	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0
X ₁₀	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0

Πίνακας 5.5: Αναπαράσταση θεωρίας 4

Οι δύο πιο κάτω πίνακες απεικονίζουν τα διαφορετικά αποτελέσματα που δίνει ο κάθε συνδυασμός θεωριών όσον αφορά τη σύγκριση μεταξύ των θεωριών και της αρχικής θεωρίας.

	Jaccard distance & Hausdorff distance	Jaccard distance & Sum of minimum distances	Jaccard distance & Surjection distance	Jaccard distance & Fair Surjection distance
Θεωρία 1	1.0	1.0	1.0	1.0
Θεωρία 2	0.8	1.1	1.5	1.5
Θεωρία 3	1.0	1.5	2.0	2.0
Θεωρία 4	0.8	1.5	2.3	2.3

Πίνακας 5.6: Σύγκριση των θεωριών με βάση τις ευσταθείς επεκτάσεις που δημιουργούνται από τις θεωρίες

	Jaccard distance & Hausdorff distance	Jaccard distance & Sum of minimum distances	Jaccard distance & Surjection distance	Jaccard distance & Fair Surjection distance
Θεωρία 1	0.57	4.02	4.0095	4.06
Θεωρία 2	0.6	4.36	4.46	4.31
Θεωρία 3	0.75	4.48	4.65	4.49
Θεωρία 4	0.8	4.58	4.0047	4.10

Πίνακας 5.7: Σύγκριση των θεωριών με βάση τα σύνολα που δημιουργούνται από τις επιθέσεις μεταξύ επιχειρημάτων

Από την παραπάνω εκτέλεση του προγράμματος παρατηρείται ότι το πιο όμοιο προφίλ στο αρχικό είναι το προφίλ που εκπροσωπείται από την θεωρία 1, αφού η θεωρία 1 είναι αυτή που κατέχει την πλειοψηφία. Σύμφωνα με τον τρόπο σύγκρισης με βάση τις ευσταθείς επεκτάσεις τρεις από τους τέσσερις συνδυασμούς έχουν σαν αποτέλεσμα ότι η θεωρία 1 είναι η πιο κοντινή στις άλλες θεωρίες. Σύμφωνα με τον τρόπο σύγκρισης με βάση τις ίδιες τις θεωρίες και πάλι τρεις από τους τέσσερις συνδυασμούς έχουν σαν αποτέλεσμα ότι η θεωρία 1 είναι η πιο κοντινή στις άλλες θεωρίες. Έτσι συνολικά και από τους δύο τρόπους η θεωρία 1 είναι η πιο κοντινή στην αρχική θεωρία.

Κεφάλαιο 6

Συμπεράσματα

6.1 Συμπεράσματα υλοποίησης	68
6.2 Μελλοντικές επεκτάσεις	69

6.1 Συμπεράσματα υλοποίησης

Στα πλαίσια της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας έγινε μελέτη της θεωρίας επιχειρηματολογίας, των συστημάτων επιχειρηματολογίας, των διαφόρων μεθόδων σύγκρισης συνόλων επιχειρημάτων καθώς και υλοποίηση ενός προγράμματος που εφαρμόζει τις θεωρίες αυτές στην πράξη. Μέσα από τα αποτελέσματα που προκύπτουν από το πρόγραμμα εξάγονται κάποια σημαντικά συμπεράσματα σχετικά με τις μεθόδους σύγκρισης καθώς και με τους δύο τρόπους σύγκρισης μεταξύ των προφίλ των θεωριών.

Η κάθε μέθοδος σύγκρισης μεταξύ των προφίλ των επιχειρημάτων και κατ' επέκταση οι συνδυασμοί μεθόδων που επιλέχθηκαν να πραγματοποιηθούν, δουλεύουν με διαφορετικό τρόπο και έτσι επιφέρουν διαφορετικά αποτελέσματα ως προς το πιο προφίλ είναι το πιο όμοιο στο αρχικό προφίλ. Διαφορετικά αποτελέσματα επιφέρει επίσης και ο κάθε ένας από τους δύο τρόπους σύγκρισης αφού μπορεί να μην να συγκρίνουν τα ίδια προφίλ, αλλά εξετάζουν διαφορετικά σύνολα επιχειρημάτων για κάθε προφίλ. Παρ' όλα αυτά, λόγω του ότι η σύγκριση μεταξύ των διαφόρων προφίλ υλοποιείται με δύο τρόπους, μπορεί να παρθεί το σωστό αποτέλεσμα σχετικά με το πιο όμοιο προφίλ στο αρχικό, συνολικά από τα αποτελέσματα των συνδυασμών των μεθόδων των δύο τρόπων σύγκρισης. Άρα δεν τίθεται θέμα ανεπαρκούς συμπεριφοράς από μέρους του προγράμματος όσον αφορά τη λήψη απόφασης σχετικά με το καταλληλότερο προφίλ επιχειρημάτων.

Αξιίζει ακόμη να αναφερθεί ότι συγκρίνοντας τις ίδιες θεωρίες με τις ευσταθείς επεκτάσεις που προκύπτουν παρατηρείται πιο μικρός αριθμός συνόλων για σύγκριση και πολλές φορές ακόμη μπορεί να μην υπάρχει κάποια σταθερή επέκταση για κάποια θεωρία. Αντίθετα συγκρίνοντας τις θεωρίες με βάση τις επιθέσεις μεταξύ των επιχειρημάτων παρατηρείται πολύ πιο μεγάλος αριθμός συνόλων επιχειρημάτων προς σύγκριση και δεν υπάρχει περίπτωση να μην υπάρχουν σύνολα επιχειρημάτων για κάποια θεωρία, αφού πάντα υπάρχουν επιθέσεις μεταξύ των επιχειρημάτων των θεωριών. Ακόμα, μέσα από διάφορες εκτελέσεις του προγράμματος εξάγεται το συμπέρασμα ότι ο μόνος συνδυασμός μεθόδων που υπερτερεί σε κάποιο βαθμό σε σχέση με τους άλλους συνδυασμούς μεθόδους είναι η απόσταση Jaccard μαζί με την τεχνική της απόστασης Hausdorff. Ο συνδυασμός αυτός μεθόδων επιφέρει σε κάποιο βαθμό πιο σωστά αποτελέσματα σε σχέση με τις άλλες μεθόδους, αλλά αυτό δεν συμβαίνει σε όλες τις εκτελέσεις, έτσι μπορούμε να πούμε ότι η κάθε τεχνική είναι πολύ κοντά στην άλλη όσον αφορά τα αποτελέσματα.

6.2 Μελλοντικές επεκτάσεις

Το παρόν σύστημα το οποίο υλοποιήθηκε ασχολείται με την σύγκριση διάφορων προφίλ σε σχέση με ένα αρχικό προφίλ για να καταλήξει στην επιλογή του πιο όμοιου προφίλ με το αρχικό που είναι και το πιο κοντινό. Θα μπορούσε η σύγκριση αυτή να γίνεται με περισσότερες μεθόδους ή συνδυασμούς μεθόδων στηριγμένες στην επιστήμη των μαθηματικών αφού τα προφίλ αποτελούνται από επιχειρήματα που επί της ουσίας αναπαρίστανται σαν σύνολα στοιχείων. Μια άλλη επέκταση που θα μπορούσε να γίνει αφορά τη δημιουργία ενός προφίλ το οποίο θα είναι το πιο όμοιο στο αρχικό προφίλ χωρίς να υπάρχει η δυνατότητα να κατασκευαστεί κάποιο προφίλ το οποίο να είναι πιο όμοιο στο αρχικό. Οι παραπάνω επεκτάσεις θα μπορούσαν να πραγματοποιηθούν στη γλώσσα προγραμματισμού C ως συνέχεις του υπάρχοντος συστήματος αλλά και σε οποιαδήποτε άλλη γλώσσα προγραμματισμού C++, Java αν υπάρχει δυνατότητα και επιθυμία.

Βιβλιογραφία

- [1] Gerhard Brewka, Thomas Eiter: Argumentation Context Systems: A Framework for Abstract Group Argumentation. LPNMR 2009: 44-57
- [2] Martin Caminada, “A Gentle Introduction to Argumentation Semantics”, University of Luxembourg, 2008.
- [3] Yannis Dimopoulos, Pavlos Moraitis, Leila Amgoud: Extending Argumentation to Make Good Decisions. ADT 2009: 225-236
- [4] Didier Dubois, Henri Prade: Bipolar Representations in Reasoning, Knowledge Extraction and Decision Processes. RSCTC 2006: 15-26
- [5] Thomas Eiter, Heikki Mannila: Distance Measures for Point Sets and their Computation. Acta Inf. 34(2): 109-133 (1997)
- [6] Michel Grabisch, Salvatore Greco, Marc Pirlot: Bipolar and bivariate models in multicriteria decision analysis: Descriptive and constructive approaches. Int. J. Intell. Syst. 23(9): 930-969 (2008)
- [7] Sanjay Modgil: Reasoning about preferences in argumentation frameworks. Artif. Intell. 173(9-10): 901-934 (2009)
- [8] Sanjay Modgil: An Argumentation Based Semantics for Agent Reasoning. LADS 2007: 37-53
- [9] Iyad Rahwan and Guillermo R. Simari, Argumentation in Artificial Intelligence, Chapter 2, Pietro Baroni and Massimiliano Giacomin, “Semantics of Abstract Argument Systems”, pp. 25-43, 2009.
- [10] Iyad Rahwan and Guillermo R. Simari, Argumentation in Artificial Intelligence, Chapter 4, Claudette Cayrol and Marie-Christine Lagasquie-Schiex, “Bipolar abstract argumentation systems”, pp. 65-83, 2009.