

Ατομική Διπλωματική Εργασία

ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΔΙΠΟΛΙΚΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ
ΣΕ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΩΝ

Όνομα: Ιωάννου Αντρέας

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ



ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Μάιος 2017

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Διπολική Επιχειρηματολογία Σε Πρόβλημα Ικανοποίησης
Περιορισμών

Όνομα: Ιωάννου Αντρέας

Επιβλέπων Καθηγητής

Δημόπουλος Γιάννης

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

Μάιος 2017

Ευχαριστίες

Θα ήθελα καταρχήν, να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου Δρ. Γιάννη Δημόπουλο για την επικοινωνιακή συνεργασία που είχαμε κατά τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την συνεχή στήριξη που μου παρείχε και ιδιαίτερα την συμφοιτήτρια μου Κατερίνα Παναγιώτου η οποία ήταν στο πλευρό μου και με ενθάρρυνε σε όλη την διάρκεια της χρονιάς.

Περίληψη

Η παρούσα Διπλωματική εργασία αφορά την επιχειρηματολογία μέσα σε ένα αφηρημένο πλαίσιο επιχειρημάτων και την κωδικοποίηση τους σε πρόβλημα ικανοποίησης περιορισμών. Ο τομέας της επιχειρηματολογίας έχει ενταχθεί και αποτελεί κομμάτι του κλάδου της Τεχνητής Νοημοσύνης με συνεχής προσπάθειες μοντελοποίησης διάφορων συνόλων από επιχειρήματα.

Όπως και στην πραγματική μας ζωή, προσπαθώντας να στηρίξουμε τις απόψεις μας τις παρουσιάζουμε μέσω ενός συνόλου από επιχειρήματα ώστε να αποδείξουμε την ορθότητα της άποψης μας. Στην προσπάθεια μας αυτή και σε πλαίσιο διαλόγου παρουσιάζονται σωρό από επιχειρήματα τα οποία είτε έχουν χαρακτήρα υπεράσπισης είτε χαρακτήρα επίθεσης προς άλλα επιχειρήματα. Έτσι δημιουργείται η έννοια της διπολικής επιχειρηματολογίας στην οποία στηρίζεται και η έρευνα μας σε αυτή τη Διπλωματική Εργασία.

Μέσα από ένα σύνολο επιχειρημάτων που ανήκουν σε ένα πλαίσιο διπολικής επιχειρηματολογίας καλούμαστε να εντοπίζουμε κάτω από κάποιες προϋποθέσεις ποια επιχειρήματα από το σύνολο επιβιώνουν και ποια όχι. Οι προϋποθέσεις αυτές αποτελούν ιδιότητες του συνόλου που εμπεριέχονται τα επιχειρήματα ώστε να τα καθιστούν ικανά για να επιβιώσουν. Μία επίσημη καθορισμένη μέθοδος η οποία διαχειρίζεται την διαδικασία αξιολόγησης των επιχειρημάτων βασίζεται σε επεκτάσεις (extension-based) όπου μία επέκταση (extension) είναι το σύνολο με τις ιδιότητες όπως εξηγήσαμε πιο πάνω. Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία ασχοληθήκαμε με τα ευσταθές σύνολα (stable-extensions) τα οποία θα αναλυθούν εκτενέστερα.

Ακολούθως η λογική αυτή κωδικοποιείται σε προγραμματισμό περιορισμών. Με την κατανόηση και τον εντοπισμό των επιθέσεων και υποστηρίξεων που δέχεται κάθε επιχείρημα αλλά και με βάση τις ιδιότητες του συνόλου που εξετάζουμε μεταφράζουμε την λογική σε λογικούς κανόνες περιορισμού. Με τους κανόνες αυτούς παράγουμε ένα cnf αρχείο το οποίο το αποστέλλουμε στο lingeling (SAT επιλυτή) και παρουσιάζονται τα επιχειρήματα τα οποία επιβίωσαν μέσα από το σύνολο των επιχειρημάτων .

Τέλος στην παρούσα Διπλωματική Εργασία ασχοληθήκαμε με την θεωρία μετατροπής ενός διπολικού γράφου επιχειρημάτων σε μια λογική με μόνο σχέσεις επίθεσης. Δηλαδή λαμβάνοντας ένα σύνολο διπολικής επιχειρηματολογίας βάση κάποιας λογικής αφαιρούμε τις σχέσεις υποστήριξης και μετατρέπουμε τον γράφο επιχειρημάτων ώστε να περιέχει μόνο σχέσεις επίθεσης.

Περιεχόμενα:

Ευχαριστίες

Περίληψη

Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή:	11
1.1 Συλλογισμός και Επιχείρημα:.....	11
1.2 Επιχείρημα και επιχειρηματολογία (Arguments and Argumentation).....	12
1.3 Επίθεση και διάψευση επιχειρήματος (Argument Attack and Refutation).....	14
1.4 Παράδειγμα Διαλόγου	15
1.5 Τύποι Διαλόγων	19
1.6 Βασικά προβλήματα που πρέπει να λυθούν	21
Κεφάλαιο 2 Σύστημα επιχειρηματολογίας:	23
2.1 Αφηρημένο σύνολο επιχειρηματολογίας	23
2.1.1 Παράδειγμα 1	24
2.1.2 Παράδειγμα 2	24
2.2 Αφηρημένη σημασιολογία της επιχειρηματολογίας	25
2.2.1 Αξιολόγηση επιχειρήματος	25
2.2.2 Σημασιολογία επιχειρηματολογίας	27
2.3 Αρχές σημασιολογίας βασισμένη σε επεκτάσεις	29
2.3.1 Ορισμοί	30
2.3.2 Σημασιολογία πληρότητας	33
2.3.3 Σημασιολογία θεμελίωσης	34
2.3.4 Ευσταθές σημασιολογία (Stable Semantics)	35
2.3.5 Preferred Semantics	38

Κεφάλαιο 3 Διπολικό σύστημα επιχειρηματολογίας:	41
3.1 Εισαγωγή στην διπολικότητα	41
3.2 Αφηρημένο διπολικό πλαίσιο	42
3.2.1 Παράδειγμα 1	44
3.2.2 Παράδειγμα 2	45
3.3 Διπολικό πλαίσιο επιχειρηματολογίας	46
3.3.1 Ορισμός 1 ΔΠΕ	46
3.3.2 Ορισμός 2 Υποστηριζόμενη και έμμεση επίθεση	47
3.3.3 Ορισμός 3 Θέσε - επίθεση και Θέσε - υποστήριξη	49
3.3.4 Ορισμός 4 Άμυνα από σύνολο επιχειρημάτων	50
3.4 Αποδοχή σε διπολικό πλαίσιο	50
3.5 Έλεγχος συγκρούσεων	51
3.6 Επεκτάσεις σε ΔΠΕ	56
3.7 Σύναψη	58

Bookmark not defined.

Κεφάλαιο 4 Εντοπισμός Ευσταθών συνόλων σε διπολικό γράφο	60
4.1 Εισαγωγή: Βασική Ιδέα Υλοποίησης	60
4.2 Κατανόηση Ευσταθών συνόλων μέσα από παραδείγματα	61
4.2.1 Παράδειγμα 1	63
4.2.2 Παράδειγμα 2	64
4.2.3 Παράδειγμα 3	65
4.2.4 Παράδειγμα 4	67
4.3 Μετάφραση ευσταθών συνόλων σε ΠΙΠ	68
4.3.1 Αποφυγή συγκρούσεων	69
4.3.2 Πολλαπλές επιθέσεις	70
4.3.3 Έμμεση επίθεση	71
4.3.4 Υποστηριζόμενη επίθεση	73

4.3.5	Παρατηρήσεις για κανόνες περιορισμού	74
4.3.5.1	Παρατήρηση 1	74
4.3.5.2	Παρατήρηση 2	75
4.3.5.3	Παρατήρηση 3	77
4.3.5.4	Παρατήρηση 4	78
4.3.5.5	Παρατήρηση 5	80
4.3.5.6	Παρατήρηση 6	82
4.3.6	Πίνακας τελικών κανόνων περιορισμού	84
4.4	Υλοποίηση εντοπισμού ευσταθών συνόλων σε διπολικό γράφο	85
4.4.1	Δημιουργία διπολικού γράφου	86
4.4.2	Εντοπισμός των διαφόρων επιθέσεων και υποστηρίξεων	86
4.4.2.1	Αλγόριθμος για Απευθείας επιθέσεις	86
4.4.2.2	Αλγόριθμος για έμμεσες επιθέσεις	87
4.4.2.3	Αλγόριθμος για υποστηριζόμενες επιθέσεις	88
4.4.3	Μετάφραση των σχέσεων σε πρόβλημα SAT και δημιουργία cnf αρχείου	89
4.4.3.1	Αλγόριθμος κανόνων περιορισμού για πολλαπλές επιθέσεις	91
4.4.3.2	Αλγόριθμος κανόνων περιορισμού για έμμεσες επιθέσεις	91
4.4.3.3	Αλγόριθμος κανόνων περιορισμού για υποστηριζόμενες επιθέσεις	92
4.4.3.4	Αλγόριθμος κανόνων περιορισμού για κόμβους που δεν δέχονται επίθεση	92
4.4.3.5	Αλγόριθμος για επιθέσεις σε κόμβο που είναι εκτός του ευσταθές συνόλου	93
4.5	Εκτέλεση παραδείγματος 5	94
4.5.1	Είσοδος προγράμματος	94
4.5.2	Στοιχεία του διπολικού πλαισίου επιχειρηματολογίας	95
4.5.3	Αρχείο Εισόδου	96
4.5.3.1	Γενική δομή Αρχείου Εισόδου	96
4.5.3.2	Αρχείο Εισόδου Παραδείγματος 5	98
4.5.3.3	Αποτέλεσμα εκτέλεσης στον lingeling	99

Κεφάλαιο 5 Πειραματική μελέτη διπολικών γράφων.....101

5.1 Πίνακας 5.1 Στοιχεία διπολικού γράφου 5 κόμβων	101
5.2 Πίνακας 5.2 Στοιχεία διπολικού γράφου 10 κόμβων	102
5.3 Πίνακας 5.3 Στοιχεία διπολικού γράφου 20 κόμβων	103
5.4 Πίνακας 5.4 Στοιχεία διπολικού γράφου 30 και 40 κόμβων	104
5.5 Πίνακας 5.5 Στοιχεία διπολικού γράφου μεγαλύτερου των 50 κόμβων	106
5.6 Πίνακας 5.6 Στοιχεία διπολικού γράφου μεγαλύτερου των 70 κόμβων	107
5.7 Γενικές παρατηρήσεις και διαπιστώσεις	108
5.7.1 Διαπίστωση 1	108
5.7.2 Διαπίστωση 2	110
5.8 Παραδείγματα με επιλογή ποσοστού εμφάνισης ακμών	111
5.8.1 Πίνακας 5.8 Στοιχεία διπολικών γράφων με 20 κόμβους	112
5.8.2 Πίνακας 5.9 Στοιχεία διπολικών γράφων μεγαλύτερου των 30 κόμβων.....	114
5.8.3 Πίνακας 5.10 Στοιχεία διπολικών γράφων μέχρι 150 κόμβων	116
5.8.4 Πίνακας 5.11 Στοιχεία διπολικών γράφων μέχρι 600 κόμβων	117
5.9 Γραφικές Παραστάσεις	118
5.10 Τελικές Διαπιστώσεις – Παρατηρήσεις	119

Κεφάλαιο 6 Θεωρία με μόνο αρνητικές ακμές121

6.1 Εισαγωγή: Βασική Ιδέα Θεωρίας	121
6.2 Ιδέα μετατροπής σχέσεων σε μόνο αρνητικές ακμές	122
6.2.1 Σχέση 1 – Υποστηριζόμενη επίθεση	122
6.2.2 Σχέση 2 – Έμμεση επίθεση	123
6.2.3 Σχέση 3 – Μεσολαβητική επίθεση 1	124
6.2.4 Σχέση 4 – Μεσολαβητική επίθεση 2	126
6.3 Υλοποίηση μετατροπής διπολικού γράφου σε γράφο με μόνο αρνητικές ακμές ...	128
6.3.1 Αλγόριθμος μετατροπής για υποστηριζόμενες επιθέσεις	128

6.3.2	Αλγόριθμος μετατροπής για έμμεσες	129
6.3.3	Αλγόριθμος μετατροπής για μεσολαβητική επίθεση	129
6.3.4	Τελικός αλγόριθμος μετατροπής γράφου με μόνο αρνητικές ακμές	131
6.4	Εντοπισμός ευσταθές συνόλου σε γράφο με μόνο αρνητικές ακμές	132
6.5	Εκτέλεση παραδείγματος 5	133
6.5.1	Στοιχεία του διπολικού γράφου με μόνο αρνητικές ακμές	133
6.5.2	Ανάλυση της μετατροπής σχέσεων του καινούργιου γράφου	135
6.6	Αποτέλεσμα παραδείγματος 3	138
6.7	Αποτέλεσμα παραδείγματος 6	139
6.8	Συμπεράσματα μετατροπών	140
Κεφάλαιο 7 Συμπεράσματα και μελλοντική ανάπτυξη		142

Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή:

1.1 Συλλογισμός και επιχειρήμα[1]:

Από τον καιρό των αρχαίων Ελλήνων φιλοσόφων έψαχναν για τις απαιτήσεις αυτές που χρειάζονταν για να κάνουν ένα επιχειρήμα ορθό έχοντας τις κατάλληλες αποδείξεις. Για το σκοπό αυτό εξέταζαν τα λάθη του συλλογισμού τους όταν προσπαθούσαν να χρησιμοποιήσουν ένα επιχειρήμα. Για αρκετά χρόνια αυτοί οι λάθος συλλογισμοί προσπάθησαν να αντιμετωπιστούν μέσω της παιδείας και προσπαθούσαν να διδάξουν στους μαθητές πώς να τους αντιμετωπίζουν αυτούς τους λάθος συλλογισμούς. Το πρόβλημα ήταν πως αυτή η επαγωγική λογική δεν φαινόταν και πολύ χρήσιμη και επίσης δεν φαινόταν να υπάρχει καμιά άλλη προφανής τυπική δομή που θα μπορούσε χρήσιμα να εφαρμοστεί.

Η ριζοσπαστική προσέγγιση που πάρθηκε από τον Hamblin[1] ήταν να αναδιαμορφώσει την έννοια της λογικής του επιχειρήματος που σκεφτόμαστε. Να μην παρουσιάζεται μόνο ως ένα αυθαίρετο καθορισμένο σύνολο προτάσεων, αλλά ως μια κίνηση όπου ένας ομιλητής μέσα σε ένα διάλογο να προσφέρει προτάσεις που μπορεί να είναι αποδεκτές στο συνομιλητή του που με την σειρά του αμφιβάλλει τα επιχειρήματα της αντίθετης πλευράς. Έτσι δημιούργησε την ιδέα της κριτικής σκέψης πέρα από την επαγωγική λογική, δηλαδή να αναζητηθούν νέοι μέθοδοι για ανάλυση και αξιολόγηση των επιχειρημάτων. Την ίδια στιγμή επιστημονική ομάδα από μελετητές προερχόμενοι από πεδία επικοινωνιολογίας προσπαθούσαν να εφαρμόσουν στην πράξη την ιδέα αυτή χτίζοντας πρακτικές μεθόδους και εφαρμόζοντας τις σε πραγματικά παραδείγματα της επιχειρηματολογίας.

Διάφορες μέθοδοι που έχουν αναπτυχθεί μέχρι σήμερα βρίσκονται ακόμη σε διαδικασία ταχείας εξέλιξης. Πολλές από τις βελτιώσεις που επήλθαν ήταν λόγω κάποιων επιστημόνων της πληροφορικής και των συνεργατικών ερευνητικών προσπαθειών μεταξύ των θεωριών επιχειρηματολογίας και επιστήμης υπολογιστών. Επίσης πρόσφατες βελτιώσεις έγιναν με την υιοθέτηση μοντέλων και τεχνικών επιχειρηματολογίας στα πεδία της τεχνητής νοημοσύνης.

1.2 Επιχείρημα και επιχειρηματολογία [1]

Υπάρχουν 4 σημεία που έχουν αναληφθεί μέσω της επιχειρηματολογίας και ονομάζονται ως εξής:

- Ταυτοποίηση (identification)
- Ανάλυση (analysis)
- Αξιολόγηση (evaluation)
- Εφεύρεση (invention)

Η **ταυτοποίηση** έχει να κάνει με τον εντοπισμό των προτάσεων και του συμπεράσματος ενός επιχειρήματος και επίσης να καθορίσει αν το επιχείρημα αυτό έχει τη σωστή μορφή ενός επιχειρήματος.

Η **ανάλυση** έχει να κάνει με τον εντοπισμό άμεσων προτάσεων και συμπερασμάτων μέσα σε ένα επιχείρημα ώστε να καταστούν σαφές και να μπορεί να αξιολογηθεί σωστά το επιχείρημα.

Ο τομέας της **αξιολόγησης** καθορίζει αν ένα επιχείρημα είναι αδύνατο ή δυνατό εφαρμόζοντας γενικά κριτήρια σε αυτό.

Τέλος η **εφεύρεση** έχει να κάνει με την παραγωγή νέων επιχειρημάτων τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αποδείξουν ένα συγκεκριμένο συμπέρασμα.

Υπάρχουν πολλοί ορισμοί για το τι είναι ένα επιχείρημα κάποιοι πιο γενικοί και άλλοι πιο περιεκτικοί. Ένας γενικός ορισμός [1] λέει πως ένα επιχείρημα είναι ένα σύνολο προτάσεων που απαρτίζεται από 3 μέρη. Το συμπέρασμα, ένα σύνολο υποθέσεων και το σύνδεσμο μεταξύ των υποθέσεων και του συμπεράσματος.

Ένα από τα πιο σημαντικά εργαλεία τα οποία συνήθως χρησιμοποιούνται για να συσχετίσουν τους τομείς της ανάλυσης και της αξιολόγησης ενός επιχειρήματος είναι το **διάγραμμα επιχειρημάτων**. Το διάγραμμα αυτό **αποτελείται από κουτιά και βέλη** που παρουσιάζουν ένα επιχείρημα. Τα κουτιά αποτελούν τους **κόμβους** του γραφήματος και **περιέχουν προτάσεις** ενώ τα **βέλη ενώνουν τους κόμβους μεταξύ τους και παρουσιάζουν τα συμπεράσματα**.

Ένα άλλο είδος διαγράμματος που παρουσιάζει ένα επιχειρήμα αποτελείται από **κόμβους που παρουσιάζουν ένα επιχειρήμα και κουτιά που παρουσιάζουν τις υποθέσεις και το συμπέρασμα του επιχειρήματος**. Υπάρχει διαφορά μεταξύ ενός **linked επιχειρήματος** και ενός **convergent επιχειρήματος**. Σε ένα linked επιχειρήμα οι προτάσεις του επιχειρήματος δουλεύουν μεταξύ τους για να υποστηρίξουν το συμπέρασμα ενώ στο convergent argument κάθε πρόταση παρουσιάζει δικό της λόγο ο οποίος υποστηρίζει το συμπέρασμα.

Η γενική προσέγγιση της επιχειρηματολογίας διαφέρει από την παραδοσιακή προσέγγιση η οποία είναι βασισμένη στην επαγωγική λογική. Η παραδοσιακή προσέγγιση αυτή επικεντρώνεται μόνο στο συμπέρασμα, όπου οι υποθέσεις και το συμπέρασμα ορίζονται εκ των προτέρων και καθορίζουν αν το συμπέρασμα ακολουθείται από τις υποθέσεις. Η προσέγγιση αυτή ονομάζεται **μονολογική(monological) [1]**.

Αντιθέτως η προσέγγιση της επιχειρηματολογίας ονομάζεται **διαλογική(dialogical) [1]**. Στην προσέγγιση αυτή φαίνονται δύο πλευρές του επιχειρήματος, τα υπέρ και τα κατά. Στην προσέγγιση αυτή, η μέθοδος της αξιολόγησης εξετάζει πώς τα ισχυρότερα επιχειρήματα υπέρ και κατά μιας συγκεκριμένης πρότασης αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και ιδίως πώς κάθε επιχειρήμα υπόκειται σε κρίσιμες ερωτήσεις που αποκαλύπτουν αμφιβολίες γι' αυτό, προσπαθώντας δηλαδή να το αποδυναμώσουν. Με αυτό το πλαίσιο διαλόγου βάζοντας δηλαδή το ένα επιχειρήμα εναντίον του άλλου, αποκαλύπτονται οι αδυναμίες σε κάθε επιχειρήμα και πιο από τα δύο είναι το πιο ισχυρό.

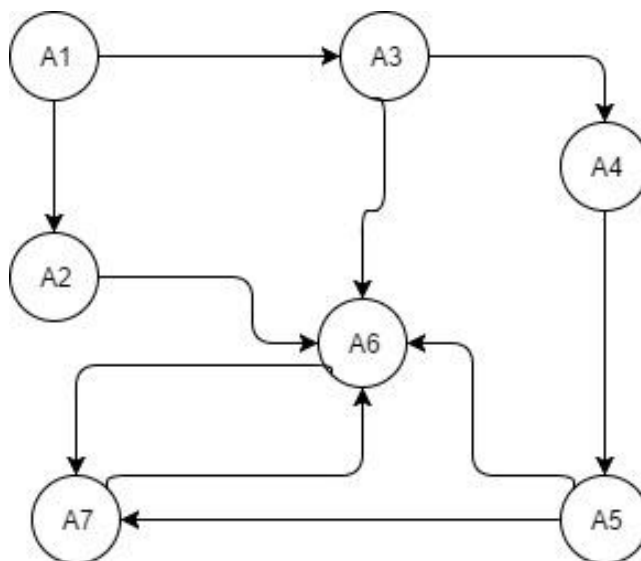
1.3 Επίθεση και διάψευση επιχειρήματος (Argument Attack and Refutation)

Υπάρχουν πολλοί τρόποι με τους οποίους μπορούμε να εναντιωθούμε σε ένα επιχειρήμα και να το διαψεύσουμε. Πιο κάτω θα αναφερθούν 3 από τους τρόπους αυτούς.

- Ένας τρόπος με τον οποίο μπορούμε να εναντιωθούμε σε ένα επιχειρήμα είναι να τεθεί μία κατάλληλη κρίσιμη ερώτηση η οποία να εγείρει αμφιβολίες όσο αφορά την αποδοχή του επιχειρήματος.
- Ένας άλλος τρόπος είναι να αμφισβητήσουμε τις υποθέσεις του επιχειρήματος.
- Τέλος ένας τρίτος τρόπος είναι να διατυπωθούν αρκετά επιχειρήματα τα οποία αντιτίθενται στο αρχικό επιχειρήμα. Αυτό σημαίνει πως το συμπέρασμα των επιχειρημάτων αυτών θα εναντιώνονται στο συμπέρασμα του αρχικού επιχειρήματος.

Φυσικά όλα αυτά τα επιχειρήματα, οι διαψεύσεις και η επιθετικότητα που υπάρχει μεταξύ τους θα πρέπει να αναπαρασταθούν με κάποιο τρόπο. Ένας απλός τρόπος αναπαράστασης όλης αυτής της επιχειρηματολογίας είναι μέσω ενός γράφου όπου οι κόμβοι θα αναπαριστούν τα επιχειρήματα και τα βέλη θα αναπαριστούν την επιθετικότητα(εναντίωση) πάνω στα επιχειρήματα.

Όπως φαίνεται και στο πιο κάτω σχήμα το επιχειρήμα A1 επιτίθεται στα επιχειρήματα A2 και A3. Το A2 επιτίθεται στο A6, το A6 στο A7 αλλά και το A7 στο A6 αντίστροφα. Το A3 επιτίθεται στο A4 και το A5. Το A4 επιτίθεται στο A5. Το A5 επιτίθεται στο A6 κ.ο.κ.



1.4 Παράδειγμα Διαλόγου

Στο σημείο αυτό θα μελετήσουμε ένα παράδειγμα διαλόγου, παρατηρώντας τις επιθέσεις πάνω στα επιχειρήματα αλλά και ποιες ενδιάμεσες προτάσεις χρησιμοποιούνται για ενίσχυση κάποιου επιχειρήματος που οδηγεί στο απαιτούμενο αποτέλεσμα. Ο ακόλουθος διάλογος, που αφορά το κάπνισμα υπάρχουν δύο συμμετέχοντες η Ann και ο Bob όπου συζητούν το ζήτημα κατά πόσον οι κυβερνήσεις πρέπει να απαγορεύσουν το κάπνισμα. Ο κάθε ένας απαντά στο προηγούμενο επιχειρήμα του συνομιλητή του έτσι, ο διάλογος έχει μία εμφάνιση ότι είναι συνδεδεμένος και συνεχής στην αντιμετώπιση του θέματος φέρνοντας μέσω των επιχειρημάτων τα θετικά και τα αρνητικά του θέματος.

Διάλογος:

Ann (1): Οι κυβερνήσεις πρέπει να προστατεύσουν τους πολίτες τους από επιβλαβείς καταστάσεις για την υγεία τους. Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι ο καπνός είναι εξαιρετικά επιβλαβής για την υγεία του καπνιστή. Ως εκ τούτου, οι κυβερνήσεις πρέπει να το απαγορεύσουν.

Bob (2): Πώς ξέρετε ότι ο καπνός είναι εξαιρετικά επιβλαβής για την υγεία του καπνιστή;

Ann (3): Το κάπνισμα οδηγεί σε πολλά άλλα προβλήματα υγείας, συμπεριλαμβανομένου του καρκίνου του πνεύμονα και των καρδιακών παθήσεων. Σύμφωνα με την Αμερικανική Εταιρεία Καρκίνου, 3 εκατομμύρια άνθρωποι πεθαίνουν κάθε χρόνο από το κάπνισμα.

Bob (4): Η κυβέρνηση έχει την ευθύνη να προστατεύσει τους πολίτες της, αλλά έχει επίσης την ευθύνη να υπερασπιστεί την ελευθερία επιλογής τους. Η απαγόρευση του καπνίσματος θα αποτελούσε παρεμβολή στην ελευθερία επιλογής των πολιτών.

Ann (5): Το κάπνισμα δεν είναι θέμα ελευθερίας επιλογής. Η νικοτίνη είναι ένα εθιστικό φάρμακο. Μελέτες έχουν δείξει ότι μόλις οι καπνιστές έχουν αρχίσει να καπνίζουν, γίνονται εθισμένοι στη νικοτίνη. Μόλις γίνουν εθισμένοι, δεν είναι πλέον ελεύθεροι να επιλέξουν να μην καπνίζουν.

Bob (6): Οι κυβερνήσεις δεν πρέπει να εμποδίζουν τους πολίτες να κάνουν πράγματα που μπορεί να είναι εξαιρετικά επιβλαβή για την υγεία τους. Είναι νόμιμο να καταναλώνονται πολλά λιπαρά τρόφιμα ή να καταναλώνονται υπερβολικά αλκοόλ όμως δεν έχει νόημα οι κυβερνήσεις να προσπαθούν να απαγορεύσουν αυτές τις δραστηριότητες.

Εξετάζοντας το πρώτο επιχειρήμα της Ann, είναι αρκετά απλό για να τεθεί σε μια μορφή που να δείχνει ότι έχει δύο προϋποθέσεις και ένα συμπέρασμα.

Υπόθεση 1: Οι κυβερνήσεις πρέπει να προστατεύσουν τους πολίτες τους από επιβλαβείς καταστάσεις για την υγεία τους.

Υπόθεση 2: Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι ο καπνός είναι εξαιρετικά επιβλαβής για την υγεία του καπνιστή.

Συμπέρασμα: Ως εκ τούτου, οι κυβερνήσεις πρέπει να το απαγορεύσουν.

Το επιχειρήμα αυτό φαίνεται να είναι μια περίπτωση του συστήματος επιχειρηματολογίας για το «επιχείρημα από αρνητικές συνέπειες» (Scheme for Argument from Negative Consequences). Ο λόγος που προτείνει για να υποστηρίξει το επιχειρήμα του ότι οι κυβερνήσεις πρέπει να απαγορεύσουν το κάπνισμα είναι ότι το κάπνισμα έχει αρνητικές συνέπειες. Μια υπονοούμενη προϋπόθεσή ότι η συνήθεια αυτή είναι εξαιρετικά επιβλαβής για την υγεία είναι αρνητική συνέπεια.

Σχήμα για επιχειρήμα από αρνητικές συνέπειες [1]

ΠΡΟΥΠΟΘΕΣΗ: Αν προκύψει το A, τότε θα συμβούν κακές συνέπειες.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ: Ως εκ τούτου, δεν θα πρέπει να επιτευχθεί το A.

Ο λόγος είναι ότι μια προϋπόθεση στο επιχείρημα ισχυρίζεται ότι το κάπνισμα έχει βλαβερές (κακές) συνέπειες και για το λόγο αυτό το συμπέρασμα υποστηρίζει κάτι που θα το κάνει να μην υφίσταται πλέον (δηλαδή την απαγόρευση του)

Ωστόσο, υπάρχει ένα άλλο σύστημα επιχειρηματολογίας, στενά συνδεδεμένο με το επιχείρημα από αρνητικές συνέπειες, το οποίο θα μπορούσε (ακόμη πιο χρήσιμα) να εφαρμοστεί σε αυτό το επιχείρημα. Ονομάζεται πρακτική συλλογιστική. Η πιο απλή έκδοση αυτού του σχεδίου ονομάζεται πρακτική συμπερασματολογία (practical inference).

Σχήμα για πρακτική συμπερασματολογία [1]

Κύρια υπόθεση: Έχω ένα στόχο Γ.

Δευτερεύων υπόθεση: Η εκτέλεση αυτής της ενέργειας Α είναι ένα μέσο για την πραγματοποίηση του Γ.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ: Ως εκ τούτου, πρέπει (πρακτικά) να πραγματοποιήσω αυτή την ενέργεια Α.

Εφαρμόζοντας το σχήμα επιχειρηματολογίας για πρακτική συλλογιστική, έχουμε την ακόλουθη ανασυγκρότηση του αρχικού επιχειρήματος.

Προϋπόθεση 1: Οι κυβερνήσεις έχουν ως στόχο την προστασία των πολιτών τους από βλάβες.

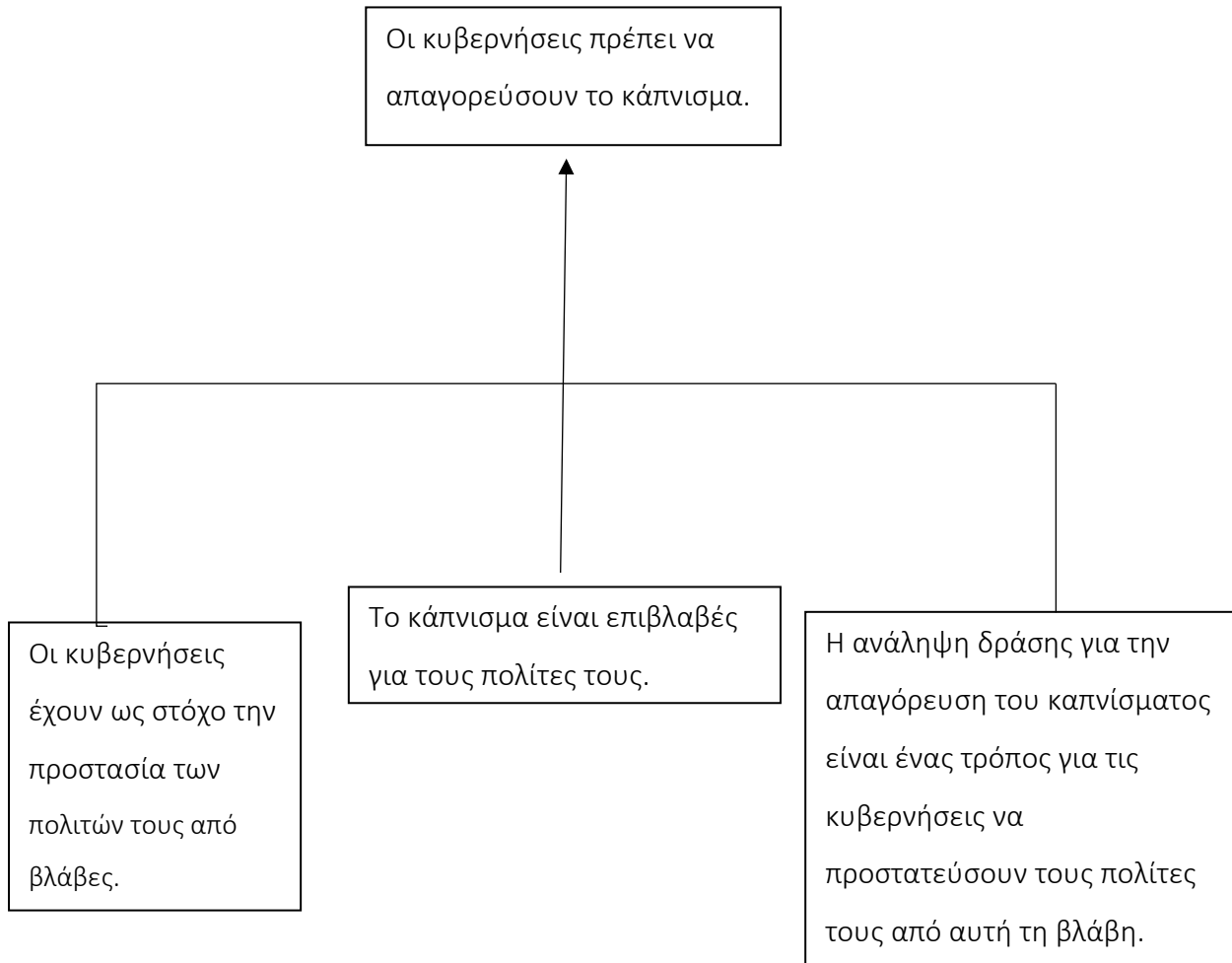
Προϋπόθεση 2: Το κάπνισμα είναι επιβλαβές για τους πολίτες τους.

Προϋπόθεση 3: Η ανάληψη δράσης για την απαγόρευση του καπνίσματος είναι ένας τρόπος για τις κυβερνήσεις να προστατεύσουν τους πολίτες τους από αυτή τη βλάβη.

Συμπέρασμα: Οι κυβερνήσεις πρέπει να απαγορεύσουν το κάπνισμα.

Αυτό το επιχειρήμα μπορεί να αναπαρασταθεί όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα

Διάγραμμα επιχειρήματος από το παράδειγμα με πρακτική συμπερασματολογία [1]



Έτσι μέσα από αυτό το υπό-κεφάλαιο καταλάβαμε την έννοια των συστημάτων επιχειρηματολογίας αρχικά για το επιχειρήμα από αρνητικές συνέπειες (Scheme for Argument from Negative Consequences) και στην συνέχεια την πρακτική συμπερασματολογία όπου τις είδαμε και μέσα από το παράδειγμα μας.

Ακολουθως θα μελετήσουμε τους διάφορους τύπους διαλόγων που υπάρχουν και γίνονται καθημερινά ,μέσα στη ζωή μας. Θα δούμε ποιο στόχο έχει κάθε τύπος διαλόγου που γίνεται και ποια επιδίωξη έχει αυτός που συμμετέχει σε κάθε τύπο διαλόγου ξεχωριστά.

1.5 Τύποι Διαλόγων

Υπάρχουν έξι βασικοί τύποι διαλόγου[1] που είναι θεμελιώδους σημασίας για τη θεωρία του διαλόγου και η αναφορά τους στην παρούσα διπλωματική εργασία θεωρείται πολύ σημαντική. Έχουμε διάλογο πειθούς, έρευνας, διάλογο διαπραγμάτευσης, διάλογο αναζήτησης πληροφοριών, διάσκεψη και εριστικό διάλογο.

Οι ιδιότητες αυτών των έξι τύπων διαλόγου συνοψίζονται στον πιο κάτω πίνακα .

Πίνακας 1.1 Ιδιότητες των διάφορων τύπων διαλόγου

Τύπος Διαλόγου	Αρχική κατάσταση	Στόχος συμμετέχοντα	Στόχος του Διαλόγου
Πειθώ	Σύγκρουση απόψεων	Να πείσει την άλλη μεριά	Επίλυση ή διευκρίνιση ζητήματος
Έρευνα	Πρέπει να έχεις αποδείξεις	Να βρει και να επαληθεύσει τα αποδεικτικά στοιχεία	Απόδειξη (διάψευση) υπόθεσης
Διαπραγμάτευση	Σύγκρουση Συμφερόντων	Να πάρει αυτό που θέλει περισσότερο	Λογική διευθέτηση που να τους βολεύει όλους
Αναζήτηση Πληροφοριών	Χρειάζεστε πληροφορίες	Να αποκτήσει ή να δώσει πληροφορίες	Ανταλλαγή Πληροφοριών
Διάσκεψη	Δίλημμα ή πρακτική επιλογή	Συντονισμός στόχων και ενεργειών	Απόφαση για την καλύτερη διαθέσιμη πορεία δράσης
Εριστικός	Προσωπικές συγκρούσεις	Επίθεση στον αντίπαλο	Αποκάλυψη βαθύτερης βάσης συγκρούσεων

Στη θεωρία της επιχειρηματολογίας, κάθε τύπος διαλόγου χρησιμοποιείται ως ένα κανονιστικό μοντέλο που παρέχει τα πρότυπα για την ανάλυση ενός δεδομένου επιχειρήματος όπως χρησιμοποιείται σε μια συνομιλία σε μια δεδομένη περίπτωση. Κάθε τύπος διαλόγου έχει τρία στάδια, ένα στάδιο ανοίγματος, ένα στάδιο επιχειρηματολογίας και ένα στάδιο κλεισίματος.(opening stage, argumentation stage and closing stage.)[1]

Για παράδειγμα σε ένα διάλογο πειθούς ο ομιλητής(αυτός που θέλει να πείσει), έχει μια συγκεκριμένη δήλωση που πρέπει να αποδειχθεί, ενώ ο συνομιλητής αυτός δηλαδή που πρέπει να πεισθεί έχει το ρόλο της αμφισβήτησης αυτής της δήλωσης ή της διαφωνίας για μια αντίθετη άποψη. Τα καθήκοντα αυτά τίθενται στο στάδιο της έναρξης και παραμένουν στη θέση τους μέχρι το στάδιο κλεισίματος, όταν το ένα μέρος της συζήτησης ή το άλλο εκπληρώνει το βάρος της πειθούς.

Ο στόχος ενός διαλόγου πειθούς είναι να αποκαλυφθούν τα ισχυρότερα επιχειρήματα και από τις δύο πλευρές, με το να επιβληθεί το ένα έναντι του άλλου για να λύσουμε την αρχική σύγκρουση που τέθηκε στο στάδιο της έναρξης. Κάθε πλευρά προσπαθεί να εκτελέσει το καθήκον της, να αποδείξει την τελική δήλωση της στο πρότυπο που απαιτείται για να παράγει ένα επιχείρημα ισχυρότερο από αυτό που παράγεται από την άλλη πλευρά.

Αυτό το βάρος της πειθούς, όπως ονομάζεται (Prakken and Sartor, 2007) [1], βρίσκεται στο στάδιο της έναρξης. Το να φτάσει ένα άτομο στο βάρος της πειθούς καθορίζεται από την ύπαρξη ενός αρκετά ισχυρού επιχειρήματος χρησιμοποιώντας μια αλυσίδα επιχειρηματολογίας στην οποία τα επιμέρους επιχειρήματα στην αλυσίδα είναι του σωστού είδους. Για να πούμε ότι είναι σωστού τύπου σημαίνει ότι ταιριάζουν με τα συστήματα επιχειρηματολογίας που είναι κατάλληλα για το συγκεκριμένο διάλογο. "Κερδίζω" σημαίνει την παραγωγή ενός επιχειρήματος που είναι αρκετά ισχυρό για να εκφορτώσει το βάρος της πειθούς που έχει τεθεί στο στάδιο της έναρξης.

Για κάθε τύπο διαλόγου μπορεί να υπάρχει ξεχωριστή μορφή των επιχειρημάτων που πρέπει να χρησιμοποιούνται για κάθε περίπτωση όμως σε όλους τους τύπους διαλόγων χρησιμοποιείται ακριβώς η ίδια δομή που είδαμε πιο πάνω, δηλαδή:

- στάδιο ανοίγματος (opening stage),
- στάδιο επιχειρηματολογίας (argumentation stage) και
- στάδιο κλεισίματος (closing stage)

1.6 Βασικά προβλήματα που πρέπει να λυθούν

Μέχρι το σημείο αυτό έχουμε μόνο αγγίξει τις βασικές έννοιες της θεωρίας της επιχειρηματολογίας και των κύριων τεχνικών που χρησιμοποιούνται στις μελέτες επιχειρηματολογίας. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι η χρήση τέτοιων εννοιών και τεχνικών, παρότι έχουν αποδειχθεί πολύτιμες για τη διδασκαλία δεξιοτήτων κριτικής σκέψης, δημιούργησε πολλά προβλήματα σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο οι έννοιες και οι τεχνικές πρέπει να είναι πιο ακριβείς ώστε να μπορούν να εφαρμόζονται πιο παραγωγικά στη ρεαλιστική επιχειρηματολογία δηλαδή και στα κείμενα φυσικής γλώσσας.

Πολλά από αυτά τα προβλήματα προκύπτουν από το γεγονός ότι μπορεί να είναι αρκετά δύσκολο να ερμηνευτεί τι εννοείται σε ένα κείμενο φυσικής γλώσσας και να προσδιοριστούν επακριβώς τα επιχειρήματα που περιέχονται σ' αυτό. Η ασάφεια είναι εξαιρετικά συνηθισμένη και σε πολλές περιπτώσεις το καλύτερο που μπορεί να γίνει είναι να δημιουργήσουμε μια υπόθεση για το πώς να ερμηνεύσουμε το επιχείρημα βάσει των στοιχείων που δίνονται μέσα από το κείμενο.

Για παράδειγμα, η εφαρμογή ενός συστήματος αφηρημένης επιχειρηματολογίας σε ένα επιχείρημα σε μια συγκεκριμένη περίπτωση μπορεί να είναι πολύ δύσκολο. Σε ορισμένες περιπτώσεις, το ίδιο επιχείρημα μπορεί να χωρέσει σε περισσότερα από ένα σχήματα. Μία σημαντική πρόκληση που πρέπει να υλοποιηθεί είναι να καταρτιστούν κριτήρια τα οποία οι φοιτητές ή όσοι ασχολούνται με τον τομέα της κριτικής σκέψης να μπορούν να χρησιμοποιήσουν για να τους βοηθήσουν να προσδιορίσουν σε μια συγκεκριμένη

περίπτωση αν ένα δεδομένο επιχείρημα συμμορφώνεται σωστά με ένα σχέδιο ή όχι. Ένα άλλο πρόβλημα είναι ότι τα συστήματα μπορούν να διαφέρουν ανάλογα με το περιβάλλον. Για παράδειγμα, το σύστημα επιχειρηματολογίας που χρησιμοποιείται από το νόμο πρέπει να είναι διαφορετικό σε ορισμένες απόψεις από το τυπικό σύστημα επιχειρηματολογίας που αναφέρεται παραπάνω.

Οι έννοιες του βάρους της απόδειξης σε τεκμήριο είναι επίσης βασικές για τη μελέτη των επιχειρημάτων σε διάφορους τύπους διαλόγου. Πρόσφατες μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί πάνω στο τομέα αυτό εγείρουν κάποια γενικά ερωτήματα που θα ήταν καλά θέματα για μετέπειτα έρευνες.

Για παράδειγμα, είναι εξαιρετικά χρήσιμο η κατανόηση του τρόπου με τον οποίο θα πρέπει να δουλέψει ένας διάλογος πεποιθήσεων και γενικότερα για να κατανοήσει κάποιος πώς πρέπει να λειτουργούν τα κρίσιμα ερωτήματα ως επιθέσεις σε ένα σύστημα επιχειρηματολογίας. Υπάρχει όμως κάποια συγκρίσιμη έννοια του βάρους της απόδειξης στους άλλους τύπους διαλόγου, για παράδειγμα στο διάλογο της διάσκεψης;

Κεφάλαιο 2 Σύστημα επιχειρηματολογίας:

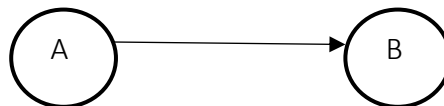
2.1 Αφηρημένο σύνολο επιχειρηματολογίας

Ένα αφηρημένο σύνολο επιχειρηματολογίας[2] ή διαφορετικά πλαίσιο επιχειρηματολογίας είναι στην ουσία ένα απλό ζεύγος $\langle A, R \rangle$ όπου το set A είναι ένα σύνολο από επιχειρήματα και το σύνολο R είναι οι σχέσεις μεταξύ των επιχειρημάτων αυτών που ονομάζεται attack relation . Το σύνολο των επιχειρημάτων μπορεί να είναι άπειρος ή πεπερασμένος αριθμός. Για χάρη τις διπλωματικής εργασίας αυτής θα ασχοληθούμε με πεπερασμένο αριθμό επιχειρημάτων.

Την ιδέα του πλαισίου επιχειρηματολογίας θα την παρουσιάσουμε μέσω ενός κατευθυνόμενου γράφου όπου οι κόμβοι θα αποτελούν τα επιχειρήματα και οι ακμές θα έχουν φορά από τον κόμβο που επιτίθεται προς τους κόμβους που δέχονται την επίθεση.

Ένα απλό παράδειγμα πλαισίου επιχειρηματολογίας παρουσιάζεται στο πιο κάτω σχήμα.

Σχήμα 1.1



AF1.1 = $\langle \{a, b\} \rangle$

Πιο κάτω θα δούμε δύο παραδείγματα με πραγματικά επιχειρήματα, πως επιτίθεται το ένα στο άλλο, με ποιο τρόπο υπερισχύει κάποιο επίχειρημα έναντι κάποιου άλλου καθώς και ποια είδη συγκρούσεων υπάρχουν.

2.1.1 Παράδειγμα 1

A: Ο καιρός αύριο θα είναι βροχερός όπως πρόβλεψε το εθνικό μετεωρολογικό δελτίο

B: Ο καιρός αύριο δεν θα είναι βροχερός όπως πρόβλεψε το περιφερειακό μετεωρολογικό δελτίο

Εδώ έχουμε 2 συγκρουόμενα συμπεράσματα που αντικρούονται. Στην περίπτωση αυτή το relation attack ανταποκρίνεται στο γεγονός ότι το ένα συμπέρασμα προτιμάται σε σχέση με το άλλο. Το περιφερειακό δελτίο είναι πιο αξιόπιστο από το εθνικό. Η σύγκρουση αυτή ονομάζεται **αντίκρουση(rebut)**[2] καθώς το εθνικό μετεωρολογικό δελτίο αντικρούει το επιχείρημα του περιφερειακού μετεωρολογικού δελτίου.

2.1.2 Παράδειγμα 2

Πιο κάτω θα δούμε ένα παράδειγμα από το χώρο της νομικής. Ο εισαγγελέας αναφέρει το επιχείρημα A και έχουμε το επιχείρημα B που αντικρούει το επιχείρημα A και λειτουργεί ως άμυνα του ύποπτου:

A: Ο ύποπτος είναι ένοχος καθώς ο Mr. Smith ήταν αυτόπτης μάρτυρας

B: Ο Mr. Smith είναι εμφανώς ένας αλκοολικός και αυτό αποδεικνύει πως την ημέρα του εγκλήματος ήταν μεθυσμένος οπότε η μαρτυρία του δεν μπορεί να ληφθεί υπόψη.

Εδώ το ότι ο κύριος Smith ήταν μεθυσμένος είναι ασύμβατο με το γεγονός ότι ο ύποπτος είναι ένοχος ωστόσο επηρεάζει κατά κάποιο τρόπο το λόγο γιατί θα πρέπει να πιστεύεται ότι είναι ένοχος. Αυτό το είδος επίθεσης ονομάζεται **υπόσκαψη (undercut)**[2] καθώς το επιχείρημα B προσπαθεί να υποσκάψει την αξιοπιστία του πρώτου επιχειρήματος.

2.2 Αφηρημένη σημασιολογία της επιχειρηματολογίας

Αυτό που μας ενδιαφέρει κυρίως σε ένα επιχείρημα είναι η κατάσταση αιτιολόγησης του (justification state) [2]. Ένα επιχείρημα θεωρείται ως αιτιολογημένο (justified) εάν επιβιώνει από τις επιθέσεις που δέχεται από τα άλλα επιχειρήματα.

2.2.1 Αξιολόγηση επιχειρήματος (Argument evaluation):

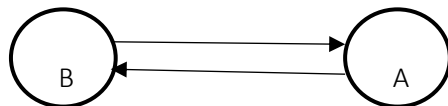
Θεωρείτε ως η αναφορά στη διαδικασία του καθορισμού της κατάστασης αιτιολόγησης του επιχειρήματος. Στη διαδικασία αξιολόγησης του σχήματος 1.1 το επιχείρημα α θεωρείται αιτιολογημένο (justified) επειδή δεν δέχεται επίθεση ενώ το β θεωρείται μη αιτιολογημένο (not justified) επειδή δεν έχει τρόπο να επιβιώσει από την επίθεση του α.

Σχήμα 1.1



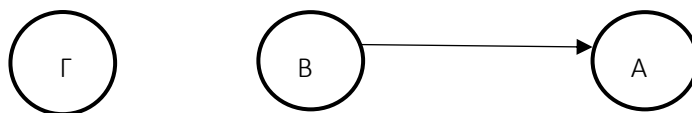
Στην περίπτωση της αμοιβαίας επίθεσης η αξιολόγηση επιχειρήματος (Argument evaluation) πρέπει να δώσει την ίδια κατάσταση στα δύο επιχειρήματα καθώς δεν πρέπει να αντιστοιχεί ούτε στην ολοκληρωτική απόρριψη ούτε στην ολοκληρωτική αιτιολόγηση(αποδοχή).

Σχήμα 2.1



Είναι σημαντικό να παρατηρήσουμε η διαδικασία αξιολόγησης σε ένα σύστημα επιχειρημάτων αφορά την αιτιολόγηση των επιχειρημάτων και όχι των συμπερασμάτων τους. Αυτό μπορεί να διαφανεί ξεκάθαρα με τον να προσθέσουμε ένα τρίτο επιχείρημα στο παράδειγμα 2 το οποίο αναφέρει πως «Ο ύποπτος είναι ένοχος επειδή βρέθηκαν τα δακτυλικά του αποτυπώματα στην σκηνή του εγκλήματος». Το νέο επιχείρημα (ας το πούμε Γ) δεν έχει επιθετική σχέση με τα προηγούμενα επιχειρήματα καθώς το ότι βρέθηκαν τα δακτυλικά αποτυπώματα του ύποπτου στο χώρο του εγκλήματος δεν έρχεται σε σύγκρουση με το γεγονός ότι ο μάρτυρας ήταν μεθυσμένος. Έτσι η αντίστοιχη αφηρημένη αναπαράσταση δίνεται από το πιο κάτω σχήμα 2.2.

Σχήμα 2.2



Έτσι το επιχείρημα A ακόμη απορρίπτεται, το B ακόμη θεωρείται ικανοποιησιμο(justified) όπως και τα Γ αφού δεν δέχεται καμία επίθεση. Αν παρατηρήσουμε το συμπέρασμα(conclusion) στα επιχειρήματα A και Γ είναι το ίδιο πως «ο ύποπτος είναι ένοχος» και διαισθητικά έπρεπε να θεωρείτε ικανοποιησιμο, ωστόσο όπως αναφέραμε και πριν η κατάσταση αιτιολόγησης αφορά τα επιχειρήματα και όχι τα συμπεράσματα.

2.2.2 Σημασιολογία επιχειρηματολογίας

Μία επίσημη καθορισμένη μέθοδος η οποία διαχειρίζεται την διαδικασία αξιολόγησης των επιχειρημάτων.

Υπάρχουν 2 είδη μεθόδων, αυτή που βασίζεται σε επεκτάσεις (**extension-based**) και αυτή που βασίζεται σε ετικέτες (**labelling-based**).

- **Βασισμένη σε επεκτάσεις:** Η προσέγγιση αυτή καθορίζει πώς να αντλήσεις από ένα πλαίσιο επιχειρηματολογίας (argumentation framework) ένα σύνολο από extensions όπου ένα extension E από ένα πλαίσιο επιχειρηματολογίας $\langle A, R \rangle$ είναι απλά ένα υποσύνολο του A , όπου διαισθητικά παρουσιάζονται ως το σύνολο των επιχειρημάτων τα οποία μπορούν να «επιβιώσουν μαζί» ή είναι «συλλογικά αποδεκτά».

Μία *σημασιολογία βασισμένη σε επεκτάσεις* συμβολίζεται με S και ένα πλαίσιο επιχειρηματολογίας με $AF = \langle A, R \rangle$. Τώρα μπορούμε να δηλώσουμε πως το σύνολο των extensions που ορίζονται από το S για το AF είναι ως εξής: $Es(AF) \subseteq 2^A$

- **Βασισμένη σε ετικέτες:** Η προσέγγιση αυτή καθορίζει πώς να αντλήσεις από ένα πλαίσιο επιχειρηματολογίας (argumentation framework) ένα σύνολο από ετικέτες όπου μία ετικέτα L είναι η ανάθεση σε κάθε επιχείρημα στο σύνολο A ενός label παρμένο από ένα προκαθορισμένο σύνολο L το οποίο ανταποκρίνεται σε πιθανές εναλλακτικές καταστάσεις ενός επιχειρήματος.

Ένα *labelling-based semantics* S , με ένα σύνολο ετικετών L και μία ετικέτα από ένα πλαίσιο επιχειρηματολογίας FA δηλώνετε ως εξής: $L : A \rightarrow L$. Το σύνολο των πιθανών ετικετών περιγράφεται ως εξής $\mathcal{F}(A, L)$. Τώρα μπορούμε να δηλώσουμε πως το σύνολο των ετικετών που ορίζονται από το S για το AF είναι ως εξής: $L_s(AF) \subseteq \mathcal{F}(A, L)$.

Μία ετικέτα καθορίζει ένα επιχείρημα σε ένα πλαίσιο επιχειρηματολογίας με το αν επιτίθεται ή δέχεται επίθεση. Η ετικέτα in αντικατοπτρίζει το επιχείρημα που επιτίθεται και η ετικέτα out το επιχείρημα που δέχεται επίθεση.

Θα παρουσιάσουμε ένα παράδειγμα για ετικέτες που αφορά το Σχήμα 2.1 όπου έχουμε μία αμοιβαία επίθεση.

$$LS^1_{lab(AF2.2)} = \{(a,in),(b,out)\}, \{(a,out),(b,in)\}.$$

Κλείνοντας την ενότητα αυτή καλό θα ήταν να αναφέρουμε πως μία σημασιολογία βασισμένη σε επεκτάσεις μπορεί ισοδύναμα να εκφραστεί ως μια απλή φόρμουλα βασισμένη σε ετικέτες ενώ αντίθετα μία αυθαίρετη ετικέτα δεν μπορεί γενικά να εκφραστεί πάντοτε σε όρους μίας επέκτασης.

2.3 Αρχές σημασιολογίας βασισμένη σε επεκτάσεις

Όπως έχουμε αναφέρει οι επεκτάσεις αποτελούνται από διάφορες προτάσεις όπου οι προτάσεις αυτές αποτελούν τα επιχειρήματα. Κάθε επιχειρήμα δηλαδή κάθε πρόταση είναι λογικό να διαφέρει σημασιολογικά το νόημα της από τις υπόλοιπες. Πέρα από το γεγονός αυτό είναι φυσιολογικό να αναρωτηθεί κανείς αν πίσω από αυτό το σύνολο των επιχειρημάτων-προτάσεων που βρίσκονται μέσα σε μία επέκταση μοιράζονται κάποια κοινή λογική, κάποιες κοινές αρχές οι οποίες συντέιναν στο να εντάξουν το συγκεκριμένο σύνολο επιχειρημάτων στη συγκεκριμένη επέκταση.

Η απάντηση είναι πως υπάρχουν μερικές απαιτήσεις όπου χρειάζεται να ικανοποιούνται από τα επιχειρήματα που βρίσκονται εντός της κάθε επέκτασης γενικά. Στη συνέχεια και στο επόμενο κεφάλαιο θα δούμε και θα αναλύσουμε τα διαφορετικά είδη επεκτάσεων που υπάρχουν και με ποια κριτήρια εντάσσονται τα επιχειρήματα σε κάθε επέκταση ξεχωριστά.

Τώρα θα αναφερθούμε σε κάποιους γενικούς κανονισμούς που ισχύουν για όλες τις επεκτάσεις δίνοντας ταυτόχρονα και κάποιους ορισμούς κλειδί για κατανόηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας αλλά και γενικότερα το πεδίο της επιχειρηματολογίας το οποίο βασίστηκε η εργασία αυτή και ορισμούς που θα συναντήσουμε και στην συνέχεια.

2.3.1 Ορισμοί

Ορισμός 1.1.

Έχοντας ένα πλαίσιο επιχειρηματολογίας $AF = \langle A, R \rangle$ όπου A το σύνολο των επιχειρημάτων και R το σύνολο των μεταξύ τους σχέσεων. Ένα σύνολο S υποσύνολο του συνόλου A είναι **ελεύθερο από συγκρούσεις [2]** και αναγράφεται ως $cf(S)$, εάν και μόνο εάν δεν υπάρχει κάποιο ζεύγος επιχειρημάτων που ανήκουν στο S και υπάρχει σχέση επίθεσης μεταξύ τους.

Δηλαδή: Με $AF \langle A, R \rangle$, $S \subseteq A$ τότε $cf(S)$ εάν και μόνο εάν $\exists \alpha, b \in S$ έτσι ώστε $\alpha R b$.

Με απλά λόγια ο γενικός αυτός κανόνας αναφέρει πως τα επιχειρήματα μέσα σε ένα extension θα πρέπει να μπορούν να «σταθούν μαζί», δηλαδή μην υπάρχει σχέση επίθεσης μεταξύ δύο arguments στο ίδιο extension.

Ορισμός 1.2.

Έχοντας ένα πλαίσιο επιχειρηματολογίας $F = \langle A, R \rangle$, ένα επιχείρημα a που ανήκει στο σύνολο A και ένα σύνολο S το οποίο είναι υποσύνολο του A , το a είναι **αποδεκτό(acceptable) [2]** εάν και μόνο εάν για κάθε επίθεση που δέχεται το a από επιχείρημα του συνόλου A το σύνολο S επιτίθεται σε όλες τις επιθέσεις που δέχεται το a .

Δηλαδή: Με $AF \langle A, R \rangle$, επιχείρημα $a \in A$, $S \subseteq A$ τότε το a είναι αποδεκτό εάν και μόνο εάν $\forall b \in A bRa \Rightarrow SRb$.

Με απλά λόγια το a είναι αποδεκτό εάν το σύνολο S απαντά στις επιθέσεις που δέχεται το a .

Ορισμός 1.3.

Έχοντας ένα πλαίσιο επιχειρηματολογίας $AF = \langle A, R \rangle$ και ένα σύνολο S το οποίο είναι υποσύνολο του A . Το S είναι **αποδεκτό (admissible)** [2] εάν είναι ελεύθερο από συγκρούσεις και κάθε επιχείρημα στο σύνολο S είναι αποδεκτό.

Δηλαδή: Με $AF \langle A, R \rangle$, $S \subseteq A$ το S είναι αποδεκτό εάν και μόνο εάν $cf(S)$ και $\forall a \in S$ το a είναι αποδεκτό.

Με απλά λόγια ένα σύνολο S είναι αποδεκτό εάν είναι ελεύθερο από συγκρούσεις και υπερασπίζεται όλα τα στοιχεία του.

Ορισμός 1.4.

Αρχή αποδοχής (admissibility principle) [2]: Ένα σύνολο S ικανοποιεί την αρχή αποδοχής εάν ισχύει η πιο κάτω συνθήκη:

$\forall AF \in DS \quad ES(AF) \subseteq AS(AF)$, όπου $\forall E \in ES(AF)$ ισχύει ότι:

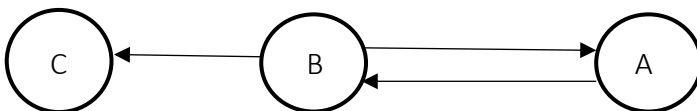
$a \in E \Rightarrow (\forall b \in A, bRa \Rightarrow ERb)$.

Με απλά λόγια το extension για να ικανοποιεί την αρχή θα πρέπει να αμύνεται υπέρ του a προς όλες τις επιθέσεις που δέχεται.

Την ιδέα αυτή μπορούμε να την παρουσιάσουμε μέσω ενός απλού παραδείγματος όπως αυτό φαίνεται πιο κάτω:

Παράδειγμα

Σχήμα 2.3



$AS(AF_{2.3}) = \{\{a\}, \{b\}, \{a, c\}\}$

{a}: απαντά στην επίθεση που δέχεται από το b

{b}: απαντά στην επίθεση που δέχεται από το a

{a,c}: απαντά στην επίθεση που δέχεται από το b

Με τον ορισμό 1.4 έχουμε ολοκληρώσει τις βασικές προϋποθέσεις που πρέπει να συναντούμε σε ένα πλαίσιο επιχειρηματολογίας και ποια λογική έχουν τα επιχειρήματα τα οποία βρίσκονται σε ένα extension.

Φυσικά όπως είναι αναμενόμενο υπάρχουν αρκετές ακόμη προϋποθέσεις και ορισμοί όμως εμείς θα χρειαστούμε για χάρη της διπλωματικής εργασίας αυτής κυρίως τους 4 πιο πάνω ορισμούς.

Στο σημείο αυτό κι αφού έχουμε πλέον μάθει τις πιο πάνω αρχές θα φύγουμε από την γενική ιδέα των επεκτάσεων και θα αναλύσουμε πραγματικές προσεγγίσεις βλέποντας διάφορα **σύνολα σημασιολογίας επιχειρηματολογίας βασισμένα σε επεκτάσεις**.

Τα κύρια και 'παραδοσιακά' σύνολα σημασιολογίας όπως αναφέρονται και με βάση το άρθρο των Pietro Baroni και Massimiliano Giacomia [2] είναι 4.

1. Σημασιολογία πληρότητας
2. Σημασιολογία θεμελίωσης
3. Ευσταθές σημασιολογία
4. Preferred Semantics

Φυσικά με την πάροδο του χρόνου και με τις διάφορες έρευνες και μελέτες που έχουν γίνει πάνω στη σημασιολογία της επιχειρηματολογίας έχουν ενταχθεί καινούργια είδη σημασιολογίας βασισμένα σε επεκτάσεις όμως εμείς θα αναλύσουμε τις 4 βασικές κατηγορίες πιο πάνω δίνοντας κύρια έμφαση στα ευσταθές σύνολα όπου βασίστηκε και η έρευνα μου στην κατηγορία αυτή.

2.3.2 Σημασιολογία πληρότητας

Η σημασιολογία πληρότητας είναι στο επίκεντρο των διαφόρων semantics. Η ιδέα της κατηγορίας των συνόλων σημασιολογίας πληρότητας βασίζεται στις αρχές της παραδοχής(admissibility) και της αποκατάστασης(reinstatement) και το σύνολο αυτό έχει την ιδιότητα να είναι ικανό να υπερασπίζεται τον εαυτό του και να περιέχει όλα τα επιχειρήματα τα οποία υπερασπίζεται. Επίσης η σημασιολογία πληρότητας συμβολίζονται με CO.

Ορισμός CO: Έχοντας ένα πλαίσιο επιχειρηματολογίας $AF = \langle A, R \rangle$, ένα σύνολο $E \subseteq A$ είναι complete extension εάν και μόνο εάν το E είναι αποδεκτό και κάθε επιχειρήμα του A να είναι αποδεκτό.

Δηλαδή με απλά λόγια το σύνολο σημασιολογίας πληρότητας πρέπει να είναι σε θέση να υπερασπίζεται τον εαυτό του περιέχοντας επιχειρήματα που υπερασπίζεται.

Παράδειγματα

Για το σχήμα 2.3 τα complete extension που διακρίνουμε είναι τα εξής:

$$E_{co}(AF_{2.3}) = \{\emptyset, \{a,c\}, \{b\}\}.$$

Σχήμα 2.4



Για το σχήμα 2.4 τα complete extension που διακρίνουμε είναι τα εξής:

$$E_{co}(AF_{2.4}) = \{\emptyset, \{a\}, \{d\}, \{b,d\}, \{a,c\}, \{a,d\}\}.$$

Το a υπερασπίζεται το c μέσω της επίθεσης που κάνει στο b αλλά όχι μέσω του d , έτσι το $\{a\}$ μπορεί να σταθεί ως complete extension. Από την άλλη πλευρά το b υπερασπίζεται το d από τον μοναδικό του attacker το c . Για τον λόγο αυτό το $\{b,d\}$ είναι complete extension ενώ το $\{b\}$ δεν είναι. Το επιχειρήμα d δεν υπερασπίζεται κανένα επιχειρήμα πέρα από τον εαυτό του έτσι το $\{d\}$ είναι complete extension. Τέλος είναι εύκολο να δούμε πως τα σύνολα $\{a,c\}$ και $\{a,d\}$ είναι αποδεκτά και επιτίθενται σε όλα τα επιχειρήματα που είναι εκτός των συνόλων αυτών. Έτσι καταλήγουμε στο πιο πάνω σύνολο των complete extensions.

2.3.3 Σημασιολογία θεμελίωσης

Η βασική ιδέα είναι ότι οι επεκτάσεις σημασιολογίας θεμελίωσης (grounded extensions) κτίζονται αυξητικά αρχίζοντας από τα 'initial' μη-επιτιθέμενα επιχειρήματα. Ακολουθώντας τα επιχειρήματα που δέχονται επίθεση από αυτά μπορούν να διαγραφούν, καταλήγοντας σε μορφοποιημένο πλαίσιο επιχειρηματολογίας όπου πιθανώς το σύνολο με τα initial arguments να είναι μεγαλύτερο. Ακολουθώντας τα επιχειρήματα που δέχονται επίθεση από τα 'καινούργια' initial arguments διαγράφονται και συνεχίζει η διαδικασία αυτή.

Η διαδικασία σταματά όταν δεν προκύψουν νέα "αρχικά" επιχειρήματα μετά από ένα βήμα διαγραφής: το σύνολο όλων των "αρχικών" επιχειρημάτων που εντοπίστηκαν μέχρι τώρα είναι grounded extension.

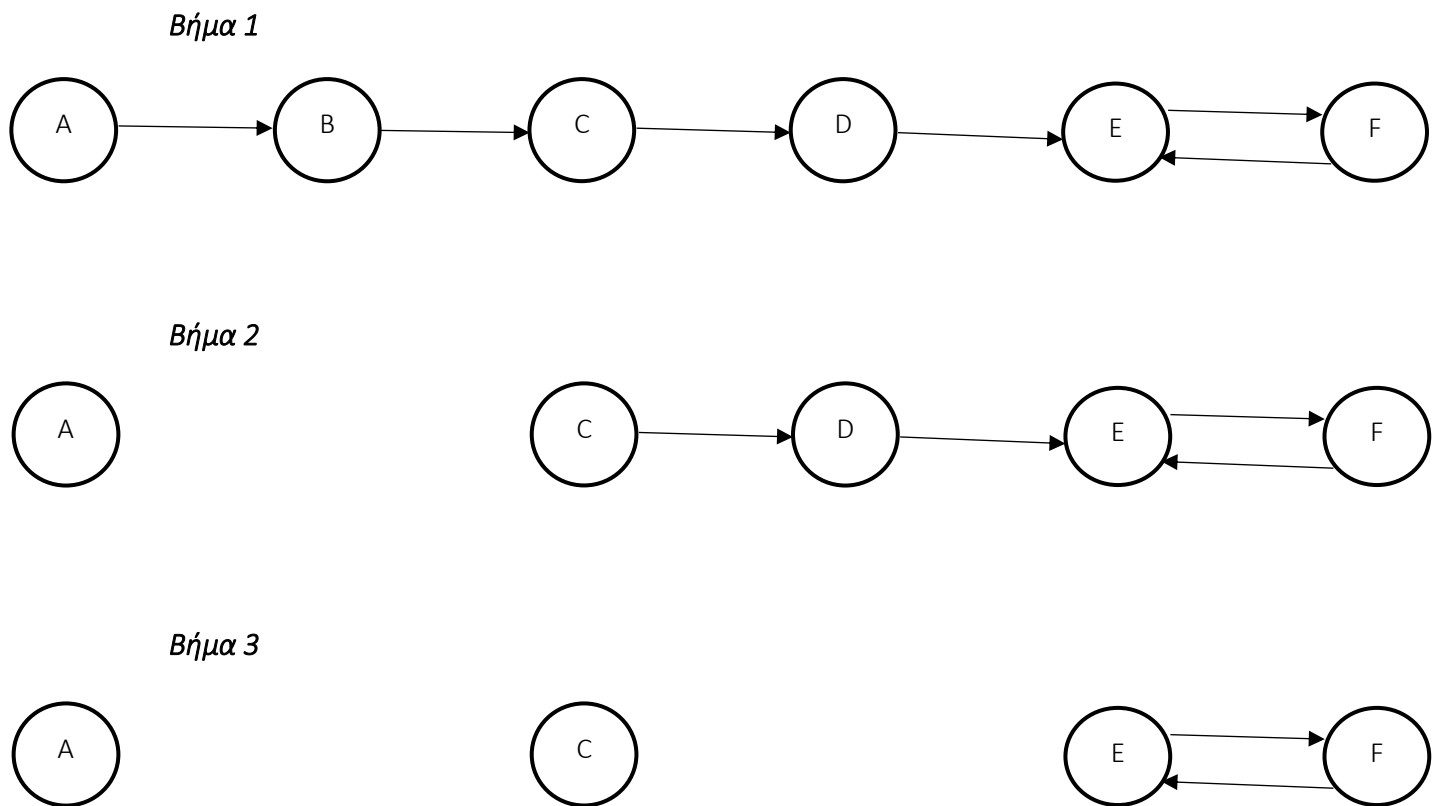
Ορισμός GR: Η σημασιολογία θεμελίωσης ενός πλαισίου επιχειρηματολογίας AF , που χαρακτηρίζεται ως $GR(AF)$, είναι το ελάχιστο σταθερό σημείο της χαρακτηριστικής λειτουργίας του F_{AF} .

Η σημασιολογία θεμελίωσης συμβολίζονται με $E_{GR}(AF)$

Στο σχήμα 2.2 έχουμε $GE(AF_{2.2}) = \{b,c\}$.

Πιο κάτω θα δώσουμε ένα παράδειγμα με την διαδικασία που εξήγησα πιο πάνω, βλέποντας πώς καταλήγουμε στα grounded extension.

Σχήμα 2.5



$$E_{GR}(AF) = \{\{a, c\}\}.$$

2.3.4 Ευσταθές σημασιολογία (Stable Semantics)

Μια σημαντική κατηγορία extension στην οποία δώσαμε ιδιαίτερη έμφαση κατά την έρευνα μας για την διπλωματική εργασία αυτή, όπως θα δούμε και στην συνέχεια στα επόμενα κεφάλαια.

<Ενα extension πρέπει να είναι ικανό να επιτίθεται σε όλα τα επιχειρήματα που βρίσκονται εκτός από αυτό>, η ιδέα αυτή μας οδηγεί στα ευσταθές σύνολα.

Ορισμός ST: Δεδομένου ενός πλαίσιο επιχειρηματολογίας $AF = \langle A, R \rangle$, ένα σύνολο $E \subseteq A$ είναι ευσταθές σύνολο του AF εάν και μόνο εάν το E είναι conflict free και $\forall a \in A, a \in E \Rightarrow ERa$.

Με απλά λόγια ένα ευσταθές σύνολο πρέπει να έχει την ιδιότητα να επιτίθεται σε όλα τα επιχειρήματα που βρίσκονται εκτός από αυτό.

Εξ' ορισμού κάθε ευσταθές σύνολο E είναι επίσης μία επέκταση πληρότητας και ένα maximal ελεύθερο από συγκρούσεις σύνολο ενός πλαισίου επιχειρηματολογίας.

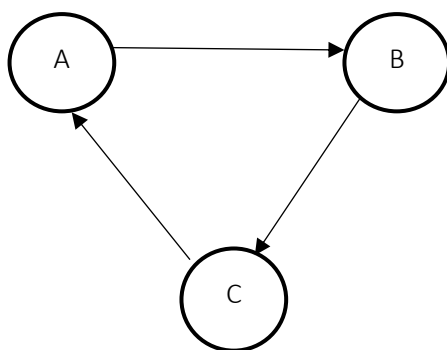
Πιο κάτω θα εντοπίσουμε τα ευσταθές σύνολα μέσω των σχηματικών αναπαραστάσεων που είδαμε μέχρι στιγμής.

- **$Est(AF_{1.1}) = \{b\}$** : Το ευσταθές σύνολο που εντοπίζουμε εδώ είναι το b καθώς επιτίθεται σε όλα τα arguments εκτός του συνόλου του, δηλαδή το a .
- **$Est(AF_{2.1}) = \{\{a\}, \{b\}\}$** : Τα ευσταθές σύνολα που εντοπίζουμε εδώ είναι το a και το b καθώς επιτίθενται σε όλα τα arguments εκτός τους δηλαδή στο a και στο b αντίστοιχα.
- **$Est(AF_{2.2}) = \{b, c\}$** : Το ευσταθές σύνολο που εντοπίζουμε εδώ είναι το $\{b, c\}$ καθώς είναι ελεύθερο από συγκρούσεις και επιτίθεται σε όλα τα arguments εκτός τους δηλαδή στο a .
- **$Est(AF_{2.3}) = \{\{a, c\}, \{b\}\}$** : Τα ευσταθές σύνολα που εντοπίζουμε εδώ είναι αρχικά το $\{a, c\}$ καθώς είναι ελεύθερο από συγκρούσεις και επιτίθεται σε όλα τα arguments εκτός τους δηλαδή στο b αλλά και το $\{b\}$ είναι ευσταθές σύνολο καθώς επιτίθεται στο a και c αντίστοιχα.
- **$Est(AF_{2.4}) = \{\{a, c\}, \{a, d\}, \{b, d\}\}$** : Τα ευσταθές σύνολα που εντοπίζουμε εδώ είναι τα $\{a, c\}, \{a, d\}, \{b, d\}$ καθώς όλα είναι ελεύθερο από συγκρούσεις και επιτίθεται σε όλα τα arguments εκτός τους αφού το $\{a, c\}$ επιτίθεται στο b, d το $\{a, d\}$ επιτίθεται στο b, c και τέλος το $\{b, d\}$ επιτίθεται στο a, c .

- **$Est(AF_{2.5}) = \{\{a,c,e\}, \{a,c,f\}\}$** : Τα ευσταθές σύνολα που εντοπίζουμε εδώ είναι τα $\{a,c,e\}, \{a,c,f\}$ καθώς όλα είναι ελεύθερο από συγκρούσεις και επιτίθονται σε όλα τα arguments εκτός τους αφού το $\{a,c,e\}$ επιτίθεται στο f και το $\{a,c,f\}$ επιτίθεται στο e .

Υπάρχουν και βέβαια περιπτώσεις όπως στο σχήμα 2.6 που θα δούμε πιο κάτω το οποίο αποτελεί ένα μη ελεύθερο από συγκρούσεις σύνολο το οποίο μπορεί να είναι ικανό να επιτίθεται σε όλα τα επιχειρήματα αλλά να μην υπάρχει κανένα ευσταθές σύνολο.

Σχήμα 2.6



$Est(AF_{2.6}) = \emptyset$

Τα ευσταθές σύνολα αποτελούν μία ιδιαίτερη μορφή των συνόλων σημασιολογίας και όπως αναφέρθηκε πιο πάνω θα δώσουμε ιδιαίτερη έμφαση στην κατηγορία αυτή και στη συνέχεια με περαιτέρω ανάλυση.

2.3.5 Preferred Semantics

Η “επιθετική” προσέγγιση που δώσαμε προηγούμενος για την φύση των ευσταθών συνόλων έρχεται να χαλαρώσει τώρα με τα preferred semantics. Ένα preferred extension μπορεί να είναι τόσο μεγάλο όσο να είναι ικανό να υπερασπίζεται τον εαυτό του από τις εξωτερικές επιθέσεις.

Ορισμός PR: Έχοντας ένα πλαίσιο επιχειρηματολογίας $AF = \langle A, R \rangle$, ένα σύνολο $E \subseteq A$ είναι preferred extension του AF εάν και μόνο εάν το E είναι maximal στοιχείο του $AS(AF)$.

Με απλά λόγια ένα preferred extension δεν χρειάζεται να επιτίθεται σε όσα επιχειρήματα είναι εκτός του φτάνει να υπερασπίζεται τον εαυτό του.

Με βάση τον πιο πάνω ορισμό κάθε preferred extension E είναι επίσης ένα complete extension (συνεπάγεται ότι $GE(AF) \subseteq E$) αφού στην πραγματικότητα ένα preferred extension μπορεί ισοδύναμα να οριστεί ως ένα maximal complete extension.

Πιο κάτω θα δούμε τα preferred semantics με βάση τις προηγούμενες σχηματικές αναπαραστάσεις που είδαμε μέχρι στιγμής.

- $E_{PR}(AF_{1.1}) = \{b\}$
- $E_{PR}(AF_{2.1}) = \{\{a\}, \{b\}\}$
- $E_{PR}(AF_{2.2}) = \{b, c\}$
- $E_{PR}(AF_{2.3}) = \{\{a, c\}, \{b\}\}$
- $E_{PR}(AF_{2.4}) = \{\{a, c\}, \{a, d\}, \{b, d\}\}$
- $E_{PR}(AF_{2.5}) = \{\{a, c, e\}, \{a, c, f\}\}$
- $E_{ST}(AF_{2.6}) = \emptyset$

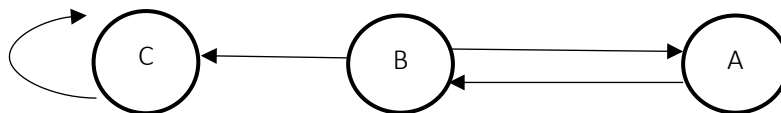
Όλα τα πιο πάνω extension είναι σε θέση να υπερασπίζονται τον εαυτό τους από τις εξωτερικές επίθεσής που δέχονται.

Παρατήρηση: Εύκολα κάποιος μπορεί να διαπιστώσει ότι τα preferred extensions που εντοπίσαμε πιο πάνω στα παραδείγματα μας είναι ακριβώς τα ίδια με αυτά των ευσταθών συνόλων που εντοπίσαμε προηγουμένως.

Γενικά κάθε ευσταθές σύνολο είναι επίσης μία preferred επέκταση αλλά δεν συμβαίνει και το αντίθετο.

Αυτή τη διαπίστωση θα την δούμε και σε παράδειγμα όπως φαίνεται στο σχήμα 2.7 πιο κάτω.

Σχήμα 2.7



- Στο σχήμα 2.7 εντοπίζουμε δύο preferred extension $\mathbf{EPR}(AF_{2.7}) = \{\{a\}, \{b\}\}$ καθώς υπερασπίζονται τον εαυτό τους όμως εντοπίζουμε μόνο ένα ευσταθές σύνολο $\mathbf{Est}(AF_{2.7}) = \{b\}$ καθώς μόνο το extension b επιτίθεται σε όλους τους υπόλοιπους που είναι εκτός του extension σε αντίθεση με το a που δεν είναι σε θέση να το πράττει αυτό.

Με την διαπίστωση μας αυτή ολοκληρώνουμε τον κύκλο με τα preferred semantics αλλά και γενικά με τις κύριες κατηγορίες σημασιολογίας που υπάρχουν στο πλαίσιο επιχειρηματολογίας.

Με την ολοκλήρωση του κεφαλαίου αυτού γνωρίσαμε τις βασικές αρχές και την ιδέα πίσω από το πλαίσιο επιχειρηματολογίας, τους διάφορους ορισμούς αλλά και την ιδέα των συνόλων σημασιολογίας. Τέλος κατανοήσαμε πως μπορούμε να μοντελοποιήσουμε την επιχειρηματολογία μέσα σε ένα πλαίσιο επιχειρηματολογίας και την αναπαράσταση του σε γράφους.

Κεφάλαιο 3 Διπολικό σύστημα επιχειρηματολογίας:

3.1 Εισαγωγή στην διπολικότητα

Στα περισσότερα υπάρχοντα συστήματα επιχειρηματολογίας, μόνο ένα είδος αλληλεπίδρασης θεωρείτο μεταξύ των επιχειρημάτων. Είναι η λεγόμενη επιθετική σχέση. Ωστόσο, πρόσφατες μελέτες στον τομέα της επιχειρηματολογίας έδειξαν ότι μπορεί να υπάρχει ένα άλλο είδος αλληλεπίδρασης μεταξύ των επιχειρημάτων. Πράγματι, ένα επιχείρημα μπορεί να επιτεθεί σε ένα άλλο επιχείρημα, αλλά μπορεί επίσης να υποστηρίξει ένα άλλο. Αυτό υποδηλώνει μια έννοια της διπολικότητας, δηλαδή η ύπαρξη **δύο ανεξάρτητων ειδών πληροφορίας** που είναι διαμετρικά αντίθετης φύσης και οι οποίες αντιπροσωπεύουν απωθητικές δυνάμεις.

Η **διπολικότητα (bipolarity)** [3] έχει μελετηθεί ευρέως σε διάφορους τομείς, όπως η αναπαράσταση γνώσης και προτίμησης. Πράγματι, στα δύο είδη των προτιμήσεων διακρίνονται: οι θετικές προτιμήσεις που αντιπροσωπεύουν αυτό που πραγματικά θέλει ο πράκτορας, και τα αρνητικά αναφερόμενος σε αυτά που απορρίπτει ο πράκτορας. Η διάκριση αυτή έχει υποστηριχθεί από μελέτες της γνωστικής ψυχολογίας που έχουν δείξει ότι τα δύο είδη των προτιμήσεων είναι εντελώς ανεξάρτητα και επεξεργάζονται ξεχωριστά στο μυαλό. Μια άλλη εφαρμογή όπου η διπολικότητα χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό είναι αυτή της λήψης αποφάσεων. Έχει υποστηριχθεί ότι κατά τη λήψη αποφάσεων, το ένα λαμβάνει γενικά υπόψη κάποιες πληροφορίες υπέρ των αποφάσεων και κάποιες άλλες πληροφορίες κατά των αποφάσεων αυτών.

Στην ενότητα αυτή θα απελευθερωθούμε από τη δομή των επιχειρημάτων, ο σκοπός μας είναι να επανεξετάσουμε την έννοια της αποδοχής με βάση τα δύο είδη αλληλεπίδρασης. Έτσι, προτείνουμε να επεκτείνουμε το βασικό πλαίσιο αφηρημένης επιχειρηματολογίας (**abstract argumentation framework**) που πρότεινε ο Dung, λαμβάνοντας υπόψη δύο ανεξάρτητες σχέσεις: μια σχέση επίθεσης και μια σχέση υποστήριξης. Αυτό το νέο πλαίσιο θα ονομαστεί ένα αφηρημένο πλαίσιο διπολικής επιχειρηματολογίας (**abstract bipolar argumentation framework**). Στη συνέχεια,

ακολουθώντας τη μεθοδολογία του Dung, καθορίζουμε τις χαρακτηριστικές ιδιότητες που πρέπει να ικανοποιήσει ένα σύνολο από επιχειρήματα προκειμένου να αποτελέσει μια έξοδο της διαδικασίας της επιχειρηματολογίας. Ένα τέτοιο σύνολο επιχειρημάτων πρέπει να είναι κατά κάποιον τρόπο συνεκτικό και πρέπει να επιτρέπει την επίλυση διάφορων προβλημάτων.

3.2 Αφηρημένο διπολικό πλαίσιο

Ένα αφηρημένο διπολικό πλαίσιο επιχειρηματολογίας [3] είναι μια επέκταση του βασικού αφηρημένου πλαισίου επιχειρηματολογίας που μελετήσαμε προηγουμένως στην οποία ένα νέο είδος αλληλεπίδρασης μεταξύ των επιχειρημάτων αντιπροσωπεύεται από την σχέση υποστήριξης. Αυτή η νέα σχέση υποτίθεται ότι είναι εντελώς ανεξάρτητη από τη σχέση επίθεσης (δηλαδή δεν ορίζεται χρησιμοποιώντας τη σχέση επίθεσης). Έτσι, έχουμε μια διπολική (bipolar) αναπαράσταση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των επιχειρημάτων.

Όπως ήδη ειπώθηκε, για παράδειγμα λόγω της ύπαρξης ασυνέπειας στις βάσεις γνώσεων, τα επιχειρήματα ενδέχεται να είναι αντικρουόμενα. Αυτές οι συγκρούσεις συλλαμβάνονται από τη σχέση επίθεσης σε ένα σύστημα επιχειρηματολογίας και μπορούν να θεωρηθούν ως αρνητικές αλληλεπιδράσεις. Στη συνέχεια, η έννοια της υπεράσπισης εισήχθη προκειμένου να αποκατασταθούν ορισμένα από τα ηττημένα επιχειρήματα, δηλαδή εκείνα που δέχονταν επίθεση είχαν υπεράσπιση μέσω κάποιου άλλου επιχειρήματος.

Έτσι, οι περισσότερες λογικές θεωρίες της επιχειρηματολογίας υποθέτουν ότι αν ένα επιχείρημα A3 υπερασπιστεί ένα επιχείρημα A1 εναντίον ενός επιχειρήματος A2, τότε το A3 είναι ένα είδος υποστήριξης για το A1. Το γεγονός ότι το A3 υπερασπίζεται το A1 μπορεί να θεωρηθεί ως θετική αλληλεπίδραση.

Για αυτό το λόγο και των ιδιαίτερων σχέσεων που αναπτύσσονται μεταξύ των επιχειρημάτων σε ένα αφηρημένο διπολικό πλαίσιο επιχειρηματολογίας η αρνητική αλληλεπίδραση θα εκπροσωπείται ρητά από τη σχέση επίθεσης και η θετική

αλληλεπίδραση θα αντιπροσωπεύεται μέσω της έννοιας της υπεράσπισης. Έτσι, η υποστήριξη και η επίθεση είναι εξαρτημένες έννοιες.

Θα ξεκινήσουμε λοιπόν την ενότητα μας αυτή από αυτές τις σχέσεις αλληλεπίδρασης όπου μπορούμε να τις δούμε και να τις αντιληφθούμε μέσα από δύο παραδείγματα.

Για χάρη των παραδειγμάτων έχουμε:

support relation (\rightsquigarrow)

attack relation (\rightarrow)

3.2.1 Παράδειγμα 1

Θέλουμε να ξεκινήσουμε μια πεζοπορία. Εμείς προτιμούμε είτε ένα ηλιόλουστο καιρό, είτε ηλιόλουστο με μερικά σύννεφα, είτε να είναι συννεφιασμένος αλλά όχι βροχερός, με αυτή τη σειρά. Εμείς θα ακυρώσουμε την πεζοπορία μόνο αν ο καιρός είναι βροχερός. Αλλά τα σύννεφα θα μπορούσαν να είναι ένα σημάδι βροχής. Θα κοιτάξουμε τον ουρανό χωρίς το πρωί. Έχει συννεφιά. Η ακόλουθη ανταλλαγή επιχειρημάτων συμβαίνει μεταξύ του Tom, του Ben και του Dan:

t1: Σήμερα έχουμε χρόνο, έχουμε ξεκινήσει μια πεζοπορία.

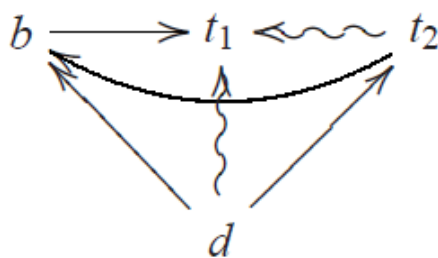
b: Ο καιρός είναι συννεφιασμένος, τα σύννεφα είναι σημάδι της βροχής, καλύτερα να ακυρώσουμε την πεζοπορία.

t2: Αυτά τα σύννεφα μπαλώματα της ομίχλης, η ημέρα θα είναι ηλιόλουστη, χωρίς σύννεφα, έτσι ο καιρός δεν θα είναι συννεφιασμένος(και μπορούμε να αρχίσουμε την πεζοπορία).

d: Αυτά τα σύννεφα δεν είναι μπαλώματα της ομίχλης, οπότε ο καιρός δεν θα είναι ηλιόλουστος, αλλά συννεφιασμένος. Ωστόσο, αυτά τα σύννεφα δεν θα αυξηθούν, έτσι δεν θα είναι βροχερός (και μπορούμε να αρχίσουμε την πεζοπορία).

Εδώ παρατηρούμε και εντοπίζουμε τις εξής σχέσεις μεταξύ των επιχειρημάτων. Το επιχείρημα d επιτίθεται του επιχειρήματος t2 το οποίο επιτίθεται του επιχειρήματος b όπου και αυτό με τη σειρά του επιτίθεται του επιχειρήματος t1. Με βάση το Dungs framework το t2 θεωρείται ως ένας defender του t1 και το επιχείρημα d ως ένας defeater του επιχειρήματος t1. Ποιο κάτω βλέπουμε την γραφική απεικόνιση μέσα από ένα γράφο.

Σχήμα 2.8



3.2.2 Παράδειγμα 2

A: Υποθέτοντας συμφωνία και κανένα δικαίωμα λογοκριτή, οι πληροφορίες I που αφορούν το X θα δημοσιευθούν.

B1: Ο X είναι πρωθυπουργός που μπορεί να χρησιμοποιήσει το δικαίωμα του λογοκριτή.

C0: Είμαστε σε δημοκρατία και ακόμη ένας πρωθυπουργός δεν μπορεί να χρησιμοποιήσει το δικαίωμα του λογοκριτή.

C1: Πιστεύω ότι ο X παραιτήθηκε. Έτσι, ο X δεν είναι πλέον ο πρωθυπουργός.

d: Η παραίτηση έχει ανακοινωθεί επίσημα χθες στο τηλεοπτικό κανάλι 1.

B2: Οι I είναι ιδιωτικές πληροφορίες έτσι ο X αρνείται τη δημοσίευση.

e: Η I είναι μια σημαντική πληροφορία σχετικά με το γιο του X.

C2: Τυχόν πληροφορίες σχετικά με έναν πρωθυπουργό είναι δημόσιες πληροφορίες.

C1: Πιστεύω ότι ο X παραιτήθηκε. Έτσι, ο X δεν είναι πλέον ο πρωθυπουργός.

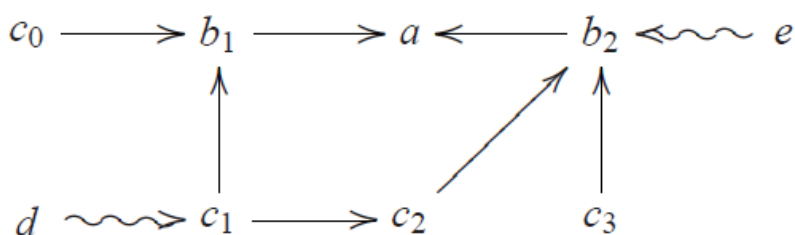
d: Η παραίτηση έχει ανακοινωθεί επίσημα χθες στο τηλεοπτικό κανάλι 1.

C3: Αλλά οι I είναι για το εθνικό συμφέρον, γι' αυτό δεν μπορούν να θεωρηθούν ως ιδιωτικές πληροφορίες.

Εδώ βλέπουμε μια ξεχωριστή σχέση μεταξύ του d και του c1, μία σχέση υποστήριξης. Αλλά μπορούμε επίσης να θεωρήσουμε ότι το επιχείρημα d δίνεται από έναν πράκτορα Ag1 που υποστηρίζει το επιχείρημα C1 το οποίο δίνεται από έναν άλλο παράγοντα Ag2.

Έτσι, το d οδηγεί στην ώθηση είτε να τροποποιήσει το c1, ή να βρει μια πιο έξυπνη λύση για την εκπροσώπηση της αλληλεπίδρασης μεταξύ d και c1. Ποιο κάτω βλέπουμε την γραφική απεικόνιση μέσα από ένα γράφο.

Σχήμα 2.9



3.3 Διπολικό πλαίσιο επιχειρηματολογίας

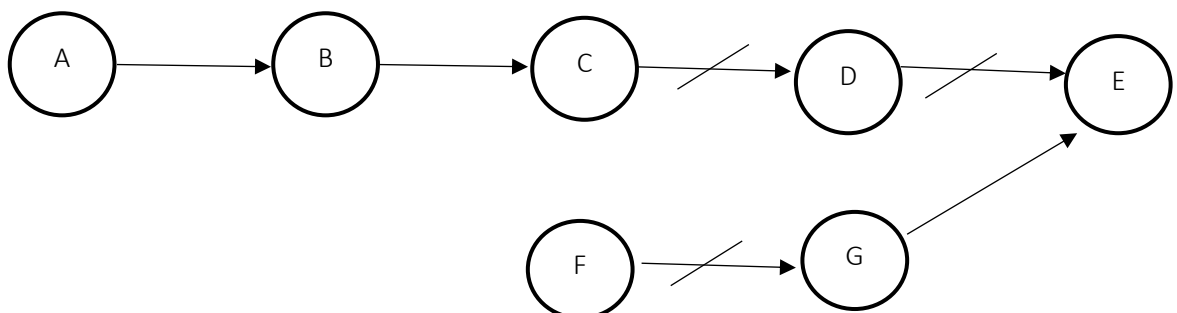
Στο σημείο αυτό θα δούμε κάποιους ορισμούς που αφορούν το διπολικό πλαίσιο επιχειρηματολογίας ώστε να γίνει πιο εύκολα κατανοητή η ιδέα της διπολικότητας αλλά και οι διάφοροι ορισμοί και λέξεις κλειδιά που θα χρησιμοποιούμε στην συνέχεια της διπλωματικής εργασίας.

3.3.1 Ορισμός 1 ΔΠΕ [5].

Ένα διπολικό πλαίσιο επιχειρηματολογίας (ΔΠΕ, σε συντομία) είναι μια πλειάδα $\langle A, R_{att}, R_{sup} \rangle$ όπου το A είναι ένα πεπερασμένο και μη-κενό σύνολο επιχειρημάτων, το R_{att} είναι μια δυαδική σχέση πάνω στο A ονομαζόμενη *σχέση επίθεσης (attack relation)* και το R_{sup} είναι μια δυαδική σχέση πάνω στο A που ονομάζεται *σχέση υποστήριξης (support relation)*.

Ένα ΔΠΕ μπορεί να παρουσιαστεί από ένα κατευθυνόμενο γράφο G_b ονομαζόμενο ως διπολικός γράφος σχέσεων με δύο είδη ακμών. Ας υποθέσουμε ότι το a_i και $a_j \in A$, έχουμε $a_i R_{att} a_j$ (και αντίστοιχα $a_i R_{sup} a_j$) αυτό σημαίνει ότι το a_i επιτίθεται του a_j (και αντίστοιχα το a_i υπερασπίζεται το a_j) και παρουσιάζεται με τον εξής τρόπο $a_i \text{---}/\text{---}\rightarrow a_j$ (και αντίστοιχα $a_i \text{---}\rightarrow a_j$)

Σχήμα 2.10



Για παράδειγμα στο σχήμα 2.8 το επιχείρημα A υπερασπίζεται το B ($A R_{sup} B$) και το επιχείρημα F επιτίθεται στο G ($F R_{att} G$).

Νέα είδη επίθεσης προκύπτουν από την αλληλεπίδραση μεταξύ των άμεσων επιθέσεων και των υποστηρίξεων. Αυτές οι νέες επιθέσεις μαζί με τις άμεσες επιθέσεις θα αναφέρονται ως σύνθετες επιθέσεις του ΔΠΕ. Για παράδειγμα, αυτές οι σύνθετες επιθέσεις μπορούν να οριστούν χρησιμοποιώντας την υποστηριζόμενη επίθεση (*supported defeat*) και τη έμμεση επίθεση (*indirect defeat*).

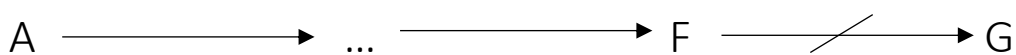
3.3.2 Ορισμός 2 Υποστηριζόμενες και έμμεσες επιθέσεις[5].

Ένα **supported defeat** προς ένα επιχείρημα B είναι μία πρόταση $A_1 R_1 \dots R_{n-1} A_n$, $n \geq 3$, με $A_n = B$, έτσι ώστε $\forall i = 1 \dots n - 2$, $R_i = R_{sup}$ και $R_{n-1} = R_{def}$.

Δηλαδή με απλά λόγια για να έχουμε υποστηριζόμενη επίθεση πρέπει να ισχύουν τα εξής:

- Να έχουμε 3 επιχειρήματα και πάνω $n \geq 3$.
- Όλες οι σχέσεις εκτός από την τελευταία να είναι supported (1, n-2)
- Η τελευταία σχέση να είναι defeat (n-1)

Υποστηριζόμενη επίθεση από το A στο G



Μία **έμμεση επίθεση** προς ένα επιχείρημα B είναι μία πρόταση $A_1R_1 \dots R_{n-1}A_n$, $n \geq 3$, με $A_n = B$, έτσι ώστε $\forall i = 2 \dots n - 1$, $R_i = R_{sup}$ και $R_1 = R_{def}$.

Δηλαδή με απλά λόγια για να έχουμε έμμεση επίθεση πρέπει να ισχύουν τα εξής:

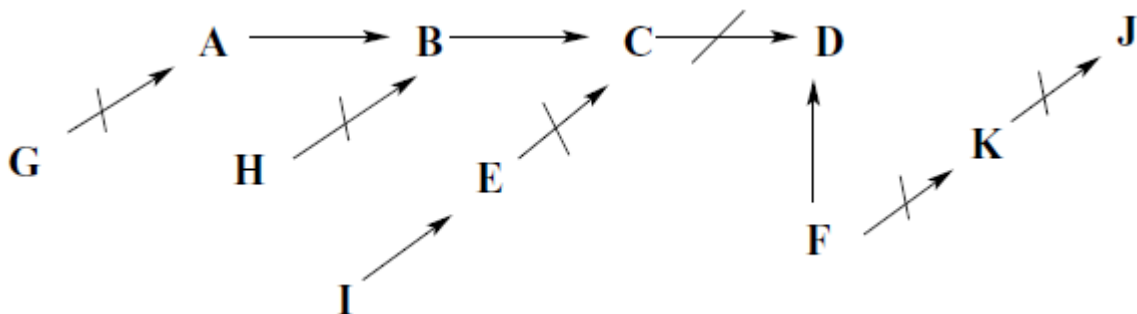
- Να έχουμε 3 επιχειρήματα και πάνω $n \geq 3$.
- Όλες οι σχέσεις εκτός από την πρώτη να είναι supported (2, n-1)
- Η πρώτη σχέση να είναι defeat ($R_1 = R_{def}$)

Έμμεση επίθεση από το A στο G



Με αυτά τα είδη των επιθέσεων θα ασχοληθούμε και αργότερα στην υλοποίηση μας. Τώρα θα δούμε μέσα σε παράδειγμα με το σχήμα 2.11 τις επιθέσεις αυτές όπου το σχήμα αυτό θα χρησιμοποιηθεί και για τους επόμενους ορισμούς.

Σχήμα 2.11



- Τα paths A–B–C–D και I–E–C είναι υποστηριζόμενες επιθέσεις.
- Το path G – A – B – C είναι μία έμμεση επίθεση.

Λαμβάνοντας υπόψη τα πιο πάνω είδη επιθέσεων οδηγούμαστε στον επόμενο ορισμό που αφορά τα διάφορα σύνολα επιχειρημάτων.

3.3.3 Ορισμός 3 Θέσε - επίθεση και Θέσε - υποστήριξη [5]

Το σύνολο S **θέτει επίθεση(set-defeats)** στο B εάν υπάρχει υποστηριζόμενη επίθεση ή έμμεση επίθεση στο A_1 από ένα στοιχείο του S .

Δηλαδή με απλά λόγια για να ισχύει ότι **S θέτει - επίθεση στο B** πρέπει:

- S είναι υποσύνολο επιχειρημάτων που ανήκουν στο A , $S \subseteq A$
- Το επιχείρημα B ανήκει στο σύνολο επιχειρημάτων A , $B \in A$
- Αν από ένα επιχείρημα του S υπάρχει supported defeat ή indirect defeat στο B

Το S **θέτει υποστήριξη** στο B εάν υπάρχει μία πρόταση της μορφής $A_1 R_1 \dots R_{n-1} A_n$, $n \geq 2$, έτσι ώστε $\forall i = 1 \dots n - 1$, $R_i = R_{sup}$ με $A_n = B$ και $A_1 \in S$.

Δηλαδή με απλά λόγια για να ισχύει ότι το **S θέτει υποστήριξη στο B** πρέπει:

- Να υπάρχει πρόταση $A_1 R_1 \dots R_{n-1} A_n$, όπου $n \geq 2$, $A_1 \in S$ και $A_n = B$
- Όλες οι σχέσεις να είναι supported $\forall i = 1 \dots n - 1$, $R_i = R_{sup}$

Με βάση το σχήμα 2.11 έχουμε:

Το σύνολο $\{A, H\}$ θέτει - επίθεση στο D και B .

Το σύνολο $\{A, H\}$ θέτει - υποστήριξη στο B .

Χρησιμοποιώντας την έννοια του θέσε-επίθεση(set-defeats), είμαστε σε θέση να προτείνουμε έναν ορισμό της συλλογικής άμυνας:

3.3.4 Ορισμός 4 Άμυνα από σύνολο επιχειρημάτων [5]

Ας υποθέσουμε ότι $S \subseteq A$. Ας υποθέσουμε ότι $A1 \in A$. S defends collectively $A1$ εάν και μόνο εάν $\forall B \in A$, εάν το $\{B\}$ θέτει - επίθεση στο $A1$ τότε $\exists C \in S$ έτσι ώστε το $\{C\}$ θέτει - επίθεση στο B .

Δηλαδή με απλά λόγια το σύνολο S υπερασπίζεται το $A1$ εάν υπάρχει $B \in A$ και για κάθε B του A , όπου το B θέτει - επίθεση στο $A1$ τότε υπάρχει C που ανήκει στο S το οποίο C θέτει - επίθεση στο B .

Με βάση το σχήμα 2.11 έχουμε:

Τα σύνολα $\{G,H,I\}$ και $\{G,H,E\}$ defend D καθώς επιτίθενται σε όλο το σύνολο των επιχειρημάτων που κάνει set-defeat στο D .

Το σύνολο $\{G, I\}$ does not defend D .

3.4 Αποδοχή σε διπολικό πλαίσιο[5]

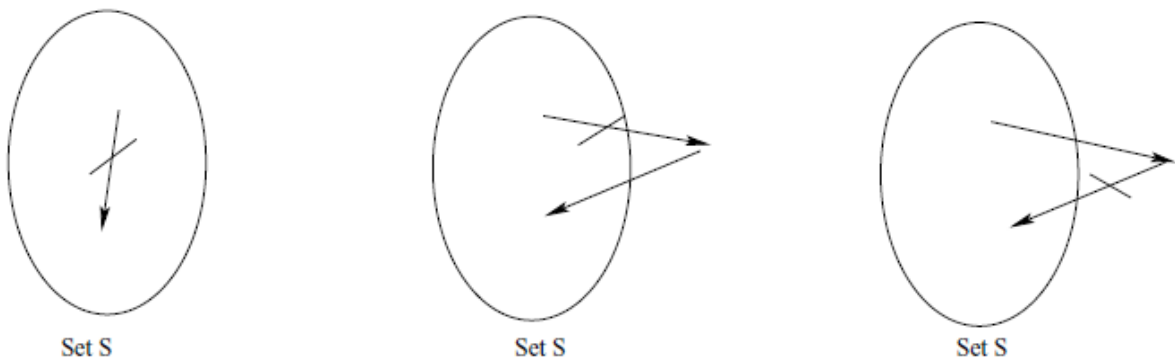
Στα Dung's frameworks, η αποδοχή ενός επιχειρήματος εξαρτάται από τη συμμετοχή του σε ορισμένα σύνολα, που ονομάζονται αποδεκτά σύνολα ή επεκτάσεις(extensions). Αυτές οι επεκτάσεις χαρακτηρίζονται από ιδιαίτερες ιδιότητες. Είναι μια συλλογική αποδοχή. Ακολουθώντας τη μεθοδολογία του Dung, καθορίζουμε τις χαρακτηριστικές ιδιότητες που πρέπει να ικανοποιήσει μια δέσμη επιχειρημάτων προκειμένου να αποτελέσει μια έξοδο της διαδικασίας επιχειρηματολογίας, σε ένα διπολικό πλαίσιο. Υπενθυμίζουμε ότι ένα τέτοιο σύνολο επιχειρημάτων πρέπει να είναι κατά κάποιον τρόπο συνεκτικό και πρέπει να επιτρέπει την επίλυση διαφορών. Στη συνέχεια, εξετάζουμε πρώτα την έννοια της συνοχής(notion of coherence), και ακολούθως προτείνουμε νέα σημασιολογία(semantics) για αποδοχή σε διπολικά πλαίσια επιχειρηματολογίας (bipolar argumentation frameworks).

3.5 Έλεγχος συγκρούσεων [5]

Στο βασικό πλαίσιο επιχειρηματολογίας, ανεξαρτήτως της εξεταζόμενης σημασιολογίας(semantics), επιλεγμένα αποδεκτά σύνολα επιχειρημάτων περιορίζονται να είναι συνεκτικά υπό την έννοια ότι πρέπει να είναι ελεύθερα από συγκρούσεις.

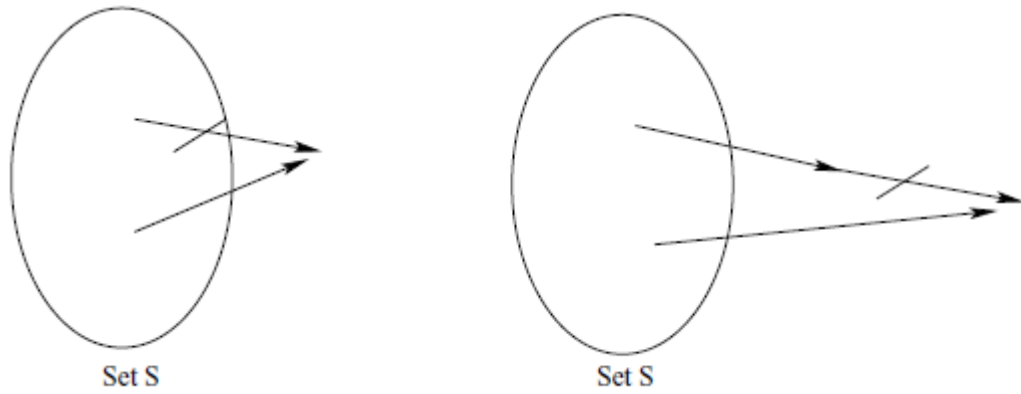
Σε ένα διπολικό πλαίσιο επιχειρηματολογίας, η έννοια της συνοχής μπορεί να επεκταθεί:

- Η επαναχρησιμοποίηση της έννοιας του ελεύθερο από συγκρούσεις συνόλου θέτει ένα είδος εσωτερικής συνοχής (*internal coherence*): **δεν δεχόμαστε ένα σύνολο S από επιχειρήματα τα οποία θέτει - επίθεση ένα από τα στοιχεία του.** Δηλαδή δεν δεχόμαστε ένα σύνολο το οποίο θέτει - επίθεση σε δικό του στοιχείο.



- Λαμβάνοντας υπόψη τη σχέση υποστήριξης(support relation) οδηγεί στον ορισμό ενός είδους εξωτερικής συνοχής(*external coherence*): **δεν δεχόμαστε ένα σύνολο S από επιχειρήματα τα οποία θέτουν - επίθεση και set-support το ίδιο επιχείρημα.**

Με απλά λόγια δεν δεχόμαστε ένα σύνολο S το οποίο θέτει - επίθεση και set-support το ίδιο επιχείρημα, δηλαδή ένα στοιχείο του συνόλου το υπερασπίζεται και άλλο του επιτίθεται.

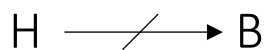


Ορισμός 5 Σύνολο Ελεύθερο από συγκρούσεις [5].

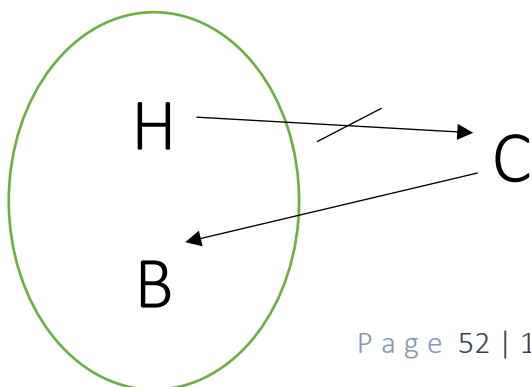
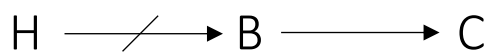
Θεωρούμε ότι $S \subseteq A$. Το S είναι ελεύθερο από συγκρούσεις εάν και μόνο εάν $\exists B, C \in S$ such that $\{B\}$ θέτει - επίθεση στο C .

Με βάση το σχήμα 2.11 έχουμε τα εξής παραδείγματα:

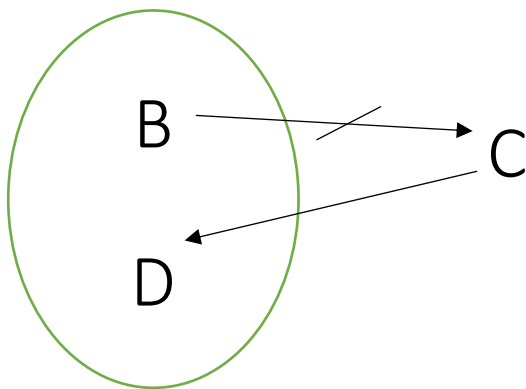
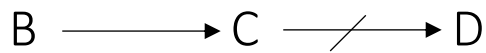
- 1) $\{H, B\}$ δεν είναι ελεύθερο από συγκρούσεις καθώς το επιχείρημα H επιτίθεται του B



- 2) $\{H, C\}$ δεν είναι ελεύθερο από συγκρούσεις αφού το C δέχεται indirect – defeat από το H



3) $\{B,D\}$ δεν είναι ελεύθερο από συγκρούσεις αφού το D δέχεται supported – defeat από το B



SET S

4) $\{A,H\}$ και $\{B,F\}$ είναι ελεύθερο από συγκρούσεις

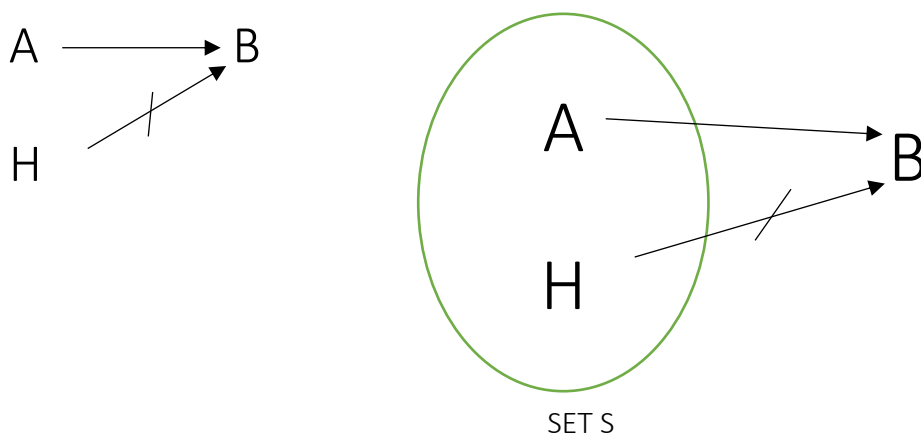
Ορισμός 6 Ασφαλές σύνολο [5].

Θεωρούμε ότι $S \subseteq A$. Το S είναι safe εαν και μόνο εάν $\exists B \notin A$ έτσι ώστε το S set-defeats B είτε S θέτει - υποστήριξη στο B, ή $B \in S$.

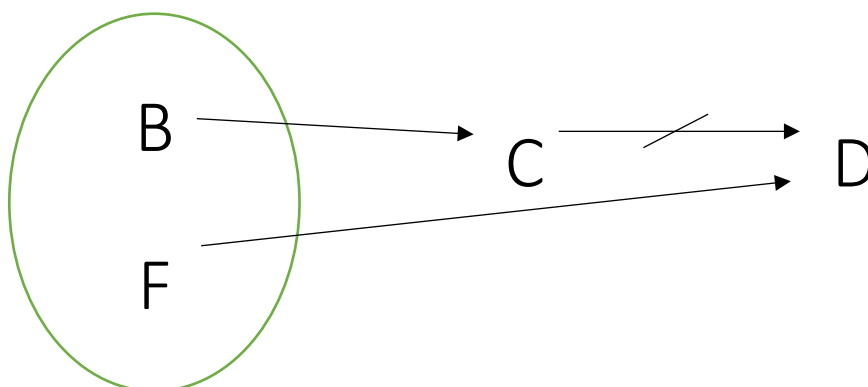
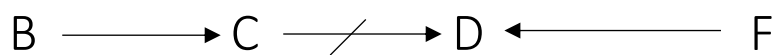
Δηλαδή ένα σύνολο είναι ασφαλές αν τα στοιχεία του δεν επιτίθενται και υπερασπίζονται ένα επιχείρημα εκτός του συνόλου.

Με βάση το σχήμα 2.11 έχουμε τα εξής παραδείγματα:

- 1) $\{A,H\}$ δεν είναι ασφαλές αφού το A υποστηρίζει το επιχείρημα B ενώ το H επιτίθεται του B



- 2) $\{B,F\}$ δεν είναι ασφαλές αφού το F υποστηρίζει το D και από το B έχουμε υποστηριζόμενη επίθεση στο D



- 3) $\{G,I,H\}$ είναι ασφαλές

Χρήσιμες Διαπιστώσεις:

- Εάν ένα σύνολο S είναι ασφαλής τότε το S είναι ελεύθερο από συγκρούσεις.
- Εάν ένα σύνολο S είναι ελεύθερο από συγκρούσεις και κλειστό για R_{sup} τότε το S είναι ασφαλής.

Με βάση το σχήμα 2.11 έχουμε το εξής παράδειγμα για τις πιο πάνω διαπιστώσεις:

- 1) Το σύνολο $\{G, H, I, E\}$ είναι ελεύθερο από συγκρούσεις και closed για R_{sup} έτσι το σύνολο είναι ασφαλής.

3.6 Επεκτάσεις σε ΔΠΕ [5]

Από τις προηγούμενες έννοιες της συνοχής (coherence) και την επέκταση των προτάσεων μπορούμε να προτείνουμε διαφορετικά καινούργια σύνολα σημασιολογίας για την αποδοχή των επιχειρημάτων. Σε ένα διπολικό πλαίσιο, η αποδοχή ενός επιχειρήματος εξαρτάται από την ένταξή του σε ορισμένα σύνολα, που ονομάζονται αποδεκτά σύνολα ή επεκτάσεις. Σε ένα ΔΠΕ, διάφορες έννοιες συνοχής και δύο είδη επιθέσεων (άμεσων και υποστηριζόμενων) είναι διαθέσιμες. Έτσι με αυτές τις έννοιες και με τους ορισμούς των διάφορων επεκτάσεων εντάσσοντας τα επιχειρήματα σε αυτές τις επεκτάσεις με βάση τα κριτήρια κάθε συνόλου μπορούμε να δούμε ποια επιχειρήματα είναι αποδεκτά και ποια όχι.

Εμείς όμως θα κάνουμε μια σύντομη αναφορά για τα ευσταθές σύνολα και τον ορισμό τους όπου με βάση αυτά στηριχθήκαμε στην υλοποίηση μας στην παρούσα διπλωματική εργασία και που θα μιλήσουμε εκτενέστερα στο επόμενο κεφάλαιο.

Ορισμός 7 Ευσταθές σύνολο [5].

Ας θεωρήσουμε το ακόλουθο ΔΠΕ $\langle A, R_{def}, R_{sup} \rangle$. Επίσης θεωρούμε πώς $S \subseteq A$. Το σύνολο S είναι ένα ευσταθές σύνολο του $\langle A, R_{def}, R_{sup} \rangle$ εάν και μόνο εάν το S είναι ελεύθερο από συγκρούσεις και $\forall A \notin S, S$ θέτει - επίθεση στο A .

Δηλαδή ένα σύνολο σε ένα διπολικό πλαίσιο επιχειρηματολογίας είναι ευσταθές εάν δεν υπάρχουν επιθέσεις μεταξύ των επιχειρημάτων του συνόλου (ελεύθερο από συγκρούσεις) και το σύνολο επιτίθεται σε όλα τα επιχειρήματα που βρίσκονται εκτός από αυτά.

Παράδειγμα

Θεωρώντας με βάση το σχήμα 2.11 το σύστημα επιχειρηματολογίας να ορίζεται από τα εξής επιχειρήματα $A = \{A, B, H\}$, όπου έχουμε $H \text{ R}_{\text{def}} B$ και $A \text{ R}_{\text{sup}} B$. Το σύνολο $\{A, H\}$ αποτελεί ένα ευσταθές σύνολο, το οποίο όμως δεν είναι ασφαλές

Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω με τη συγκεκριμένη επέκταση θα ασχοληθούμε εκτενέστερα στο επόμενο κεφάλαιο όπου θα μελετήσουμε αρκετά παραδείγματα ευσταθών συνόλων μέσα σε γράφους επιχειρημάτων αλλά και με την υλοποίηση και των εντοπισμό ευσταθών συνόλων μέσα σε πραγματικά διπολικά πλαίσια επιχειρηματολογίας.

3.7 Σύναψη

Μετά την γενική προσέγγιση του Dung, έχουμε αντλήσει από τη δομή των επιχειρημάτων και έχει προταθεί ένα γενικό πλαίσιο για την επιχειρηματολογία, όπου μπορούν να προκύψουν δύο είδη αλληλεπιδράσεων: τα επιχειρήματα τα οποία μπορεί να είναι αντικρουόμενα ή τα επιχειρήματα που μπορούν να υποστηρίξουν άλλα επιχειρήματα. Δίνουμε ιδιαίτερη έμφαση στην ιδέα ότι η υποστήριξη και η επίθεση μπορεί να είναι ανεξάρτητες σχέσεις, σε αντίθεση με τα κλασσικά πλαίσια επιχειρηματολογίας, όπου η υποστήριξη μεταξύ των επιχειρημάτων είχε την μορφή μιας έννοιας υπεράσπισης. Λαμβάνοντας υπόψη και τις δύο σχέσεις, έχουμε τη δυνατότητα να προτείνουμε νέους τύπους αλληλεπίδρασης μεταξύ των επιχειρημάτων: μια σειρά υποστηρίξεων, μια σχέση άμεσης επίθεσης, μια σχέση έμμεσης επίθεσης και μια υποστηριζόμενη επίθεση.

Στη συνέχεια, θεωρήσαμε τη συλλογική αποδοχή στο νέο αφηρημένο διπολικό πλαίσιο επιχειρηματολογίας (bipolar argumentation framework). Συλλογικά σημαίνει ότι έχουμε καθιερώσει χαρακτηριστικές ιδιότητες που πρέπει να ικανοποιήσει ένα σύνολο επιχειρημάτων προκειμένου να αποτελέσει μια έξοδο της διαδικασίας επιχειρηματολογίας. Είναι φυσικό να ψάχνουμε ένα νέο είδος συνοχής(coherence) και ένα είδος μεγιστοποίησης(maximality) όπως γίνεται στα κλασσικά πλαίσια. Άλλες ιδιότητες, όπως την αρχή αποδοχής, λαμβάνουν υπόψη τα διαφορετικά επίπεδα σύγκρουσης, δηλαδή την ύπαρξη επιθέσεων κατά αυτών που επιτίθενται.

Πρώτον, ερευνήσαμε την έννοια της συνοχής(coherence) και έχουμε φανερώσει δύο είδη συνεκτικότητας: την εσωτερική(internal) έναντι της εξωτερικής(external) συνοχής. Η εσωτερική συνεκτικότητα εξασφαλίζει ότι η εξεταζόμενη σειρά επιχειρημάτων είναι ελεύθερη από συγκρούσεις. Η εξωτερική συνοχή συλλαμβάνεται από την έννοια του ασφαλούς συνόλου και διασφαλίζει ότι το εξεταζόμενο σύνολο δεν μπορεί ταυτόχρονα να επιτεθεί και να υποστηρίξει το ίδιο επιχείρημα.

Στη συνέχεια, συνδυάζοντας μια απαίτηση συνέπειας με την κλασσική έννοια της αρχής αποδοχής, έχουμε προτείνει νέα σημασιολογία για την αποδοχή των συνόλων επιχειρημάτων. Συγκεκριμένα, έχουμε γενικεύσει τα ευσταθές σύνολα σε ένα διπολικό

πλαίσιο επιχειρηματολογίας αφού θα δώσουμε ιδιαίτερη έμφαση στην κατηγορία αυτή στην συνέχεια της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας.

Κεφάλαιο 4 Εντοπισμός Ευσταθών συνόλων σε διπολικό γράφο

4.1 Εισαγωγή: Βασική Ιδέα Υλοποίησης

Στο κεφάλαιο αυτό πρόκειται να εξηγήσουμε την διαδικασία υλοποίησης του προγραμματιστικού μέρους της Διπλωματικής εργασίας αυτής. Στο σημείο αυτό θα δοθεί μία συνοπτική αναφορά στο τι έπρεπε να υλοποιηθεί.

Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο η αποδοχή των επιχειρημάτων μέσα σε ένα πλαίσιο επιχειρηματολογίας πρέπει να ακολουθεί μια συγκεκριμένη λογική όπου μέσα από την λογική αυτή βλέπουμε αν ένα επιχείρημα είναι αληθές ή ψευδές, εάν ανήκει δηλαδή σε μία επέκταση ή όχι. Στην παρούσα έρευνα αποφασίσαμε να επιλέξουμε την ιδέα της ευσταθής σημασιολογίας. Δηλαδή μέσα σε ένα τυχαίο γράφο επιχειρημάτων θα εντοπίζουμε ευσταθής επεκτάσεις με βάση τους κανόνες που διέπουν μία ευσταθή επέκταση. Για να γίνει αυτό θα ακολουθήσουμε συνοπτικά την εξής διαδικασία η οποία θα αναλυθεί εκτενώς στην συνέχεια του κεφαλαίου αυτού.

1. Δίνουμε ως είσοδο ένα διπολικό γράφο επιχειρημάτων
2. Εντοπισμός των διαφόρων επιθέσεων και υποστηρίξεων
3. Μετάφραση των σχέσεων αυτών σε πρόβλημα SAT
4. Δημιουργία cnf αρχείου με τους κανόνες που εντοπίστηκαν στο βήμα 3
5. Είσοδος του cnf αρχείου στον Lingeling (SAT Solver)
6. Εντοπισμός των ευσταθών επεκτάσεων

Έτσι με την διαδικασία αυτή θα μπορέσουμε να εντοπίζουμε ευσταθές επεκτάσεις μέσα από ένα διπολικό πλαίσιο επιχειρηματολογίας που θα δίνουμε ως είσοδο στο πρόγραμμα μας.

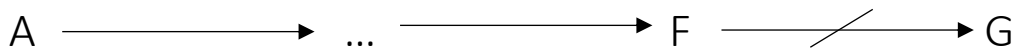
Τώρα θα δούμε την ιδέα των ευσταθών επεκτάσεων μέσα από διάφορα παραδείγματα για να γίνει πιο αντιληπτή η ιδέα αυτή αλλά και ο ορισμός της ευσταθής σημασιολογίας. Τα παραδείγματα αυτά θα χρησιμοποιηθούν και κατά την πορεία του παρόντος κεφαλαίου ως βοήθεια για να γίνουν πιο εύκολα αντιληπτοί οι διάφοροι ορισμοί που θα συναντούμε.

4.2 Κατανόηση των ευσταθών επεκτάσεων μέσα από παραδείγματα

Αρχικά προτού προχωρήσουμε στην ανάλυση των παραδειγμάτων θα γίνει μία σύντομη υπενθύμιση κάποιων βασικών ορισμών οι οποίοι είναι απαραίτητοι για κατανόηση των παραδειγμάτων που θα δούμε στην συνέχεια.

- Υπενθύμιση Ορισμού 2 (υποστηριζόμενη και έμμεση επίθεση).

Υποστηριζόμενη επίθεση από το A στο G.



Έμμεση επίθεση από το A στο G.



- Υπενθύμιση Ορισμού 5 (Σύνολο ελεύθερο από συγκρούσεις).

Θεωρούμε ότι $S \subseteq A$. Το S είναι ελεύθερο από συγκρούσεις εάν και μόνο εάν $\nexists B, C \in S$ such that $\{B\}$ θέτει - επίθεση στο C.

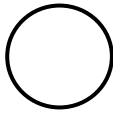
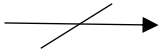

- Υπενθύμιση Ορισμού 7 (Ευσταθής επέκταση).

Ας θεωρήσουμε το ακόλουθο ΔΠΕ $\langle A, R_{\text{def}}, R_{\text{sup}} \rangle$. Επίσης θεωρούμε πώς $S \subseteq A$. Το σύνολο S είναι ένα ευσταθής επέκταση του $\langle A, R_{\text{def}}, R_{\text{sup}} \rangle$ εάν και μόνο εάν το S είναι ελεύθερο από συγκρούσεις και $\forall A \notin S, S$ θέτει επίθεση στο A.

Δηλαδή ένα σύνολο σε ένα διπολικό πλαίσιο επιχειρηματολογίας είναι ευσταθής εάν δεν υπάρχουν επιθέσεις μεταξύ των επιχειρημάτων του συνόλου (ελεύθερο από συγκρούσεις) και το σύνολο επιτίθεται σε όλα τα επιχειρήματα που βρίσκονται εκτός από αυτά.

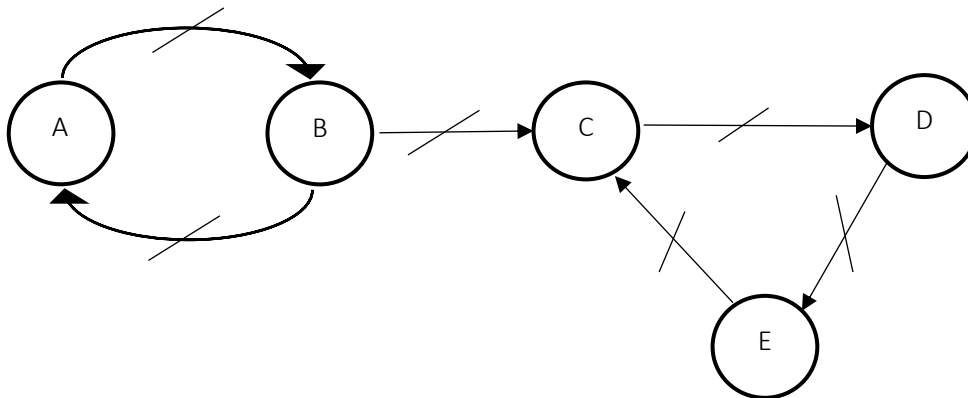
Έχουμε 2 βασικές συνθήκες:

- 1) Το σύνολο είναι ελεύθερο από συγκρούσεις
- 2) Το σύνολο επιτίθεται σε όλα τα εξωτερικά επιχειρήματα.

Στα παραδείγματα θα έχουμε τις εξής αναπαραστάσεις	
	Αναπαράσταση επιχειρήματος
	Επίθεση (Attack Relation)
	Υποστήριξη (Support Relation)

4.2.1 Παράδειγμα 1

Σχήμα 4.1



Περιγραφή: Στο πιο πάνω διπολικό πλαίσιο επιχειρηματολογίας έχουμε 5 επιχειρήματα και 6 ακμές οι οποίες είναι όλες αρνητικές δηλαδή attack relations.

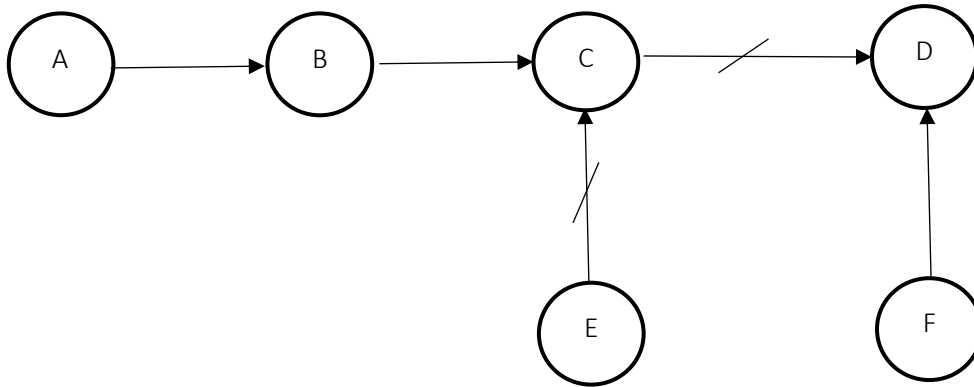
Ευσταθές σύνολο: Σύνολο {B,D}

Αιτιολόγηση: Στο σύνολο αυτό ικανοποιούνται και οι δύο συνθήκες βάση του ορισμού των ευσταθών συνόλων. Δηλαδή

- 1) το σύνολο {B,D} είναι ελεύθερο από συγκρούσεις.
- 2) Επιτίθεται σε όλα τα εξωτερικά επιχειρήματα. Το B επιτίθεται στο A και στο C και το επιχείρημα D επιτίθεται στο E αντίστοιχα.

4.2.2 Παράδειγμα 2

Σχήμα 4.2



Περιγραφή: Στον πιο πάνω διπολικό πλαίσιο επιχειρηματολογίας έχουμε 6 επιχειρήματα και 5 ακμές. Υπάρχουν θετικές και αρνητικές ακμές δηλαδή attack και support relations. Επίσης στο πιο πάνω γράφημα εντοπίζουμε και το είδος επίθεσης supported defeat.

Υποστηριζόμενες επιθέσεις: 1) $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$, 2) $B \rightarrow C \rightarrow D$

Ευσταθές σύνολο: Σύνολο $\{A, B, E, F\}$

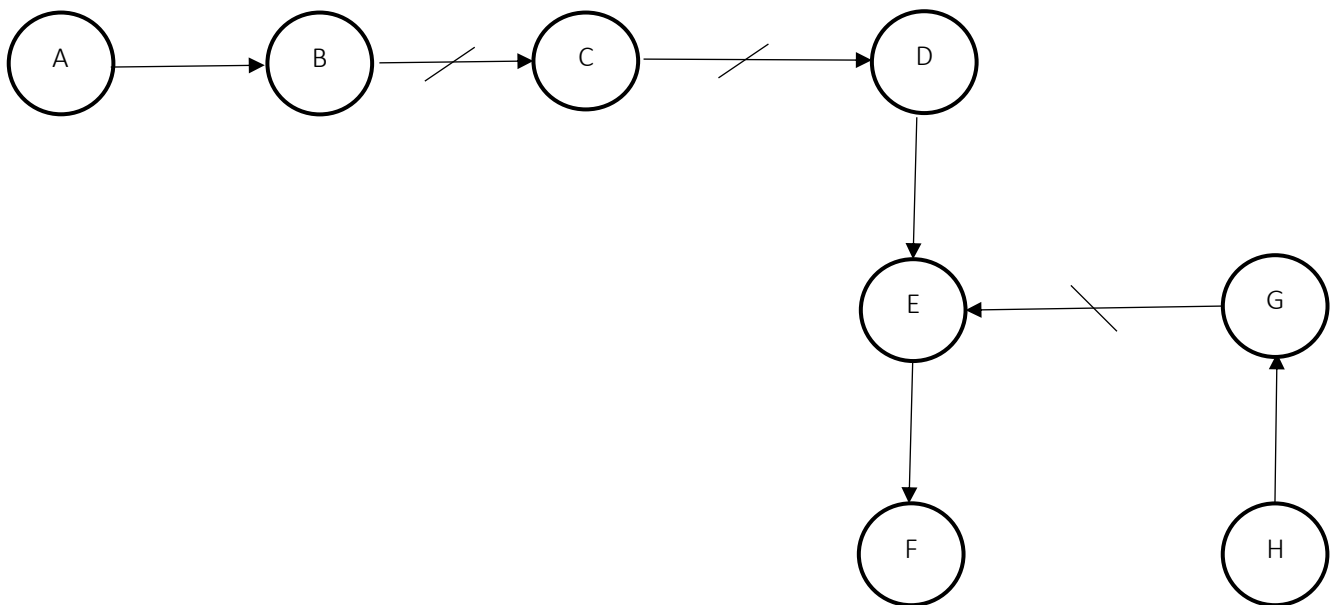
Αιτιολόγηση: Στο σύνολο αυτό ικανοποιούνται και οι δύο συνθήκες βάση του ορισμού των ευσταθών συνόλων. Δηλαδή

- 1) το σύνολο $\{A, B, E, F\}$ είναι ελεύθερο από συγκρούσεις.
- 2) Επιτίθεται σε όλα τα εξωτερικά επιχειρήματα. Το A και το B κάνουν υποστηριζόμενη επίθεση στο επιχείρημα D μέσω του C το οποίο δεν είναι μέσα στην επέκταση και το επιχείρημα E επιτίθεται στο C. Το επιχείρημα F δεν επιτίθεται σε κάποιο επιχείρημα όμως ανήκει στην επέκταση καθώς δεν δέχεται κάποια επίθεση

Σημείωση: Η επίθεση που δέχεται η αλυσίδα της υποστηριζόμενη επίθεση από το επιχείρημα E είναι ένα θέμα που ασχολήθηκα στην έρευνα αυτή και θα το δούμε στην ενότητα “μετατροπής των ευσταθών συνόλων σε ΠΙΠ”.

4.2.3 Παράδειγμα 3

Σχήμα 4.3



Περιγραφή: Στον πιο πάνω διπολικό πλαίσιο επιχειρηματολογίας έχουμε 8 επιχειρήματα και 7 ακμές. Υπάρχουν θετικές και αρνητικές ακμές δηλαδή attack και support relations. Επίσης στο πιο πάνω γράφημα εντοπίζουμε και τα δύο είδη επιθέσεων που μας απασχολούν supported και indirect defeat.

Supported defeat : 1) $A \rightarrow B \rightarrow C$, 2) $H \rightarrow G \rightarrow E$

Indirect defeat : 1) $C \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow F$, 2) $C \rightarrow D \rightarrow E$, 3) $G \rightarrow E \rightarrow F$

Ευσταθές σύνολο: Σύνολο {A,B,D,H,G}

Αιτιολόγηση: Στο σύνολο αυτό ικανοποιούνται και οι δύο συνθήκες βάση του ορισμού των ευσταθών συνόλων. Δηλαδή

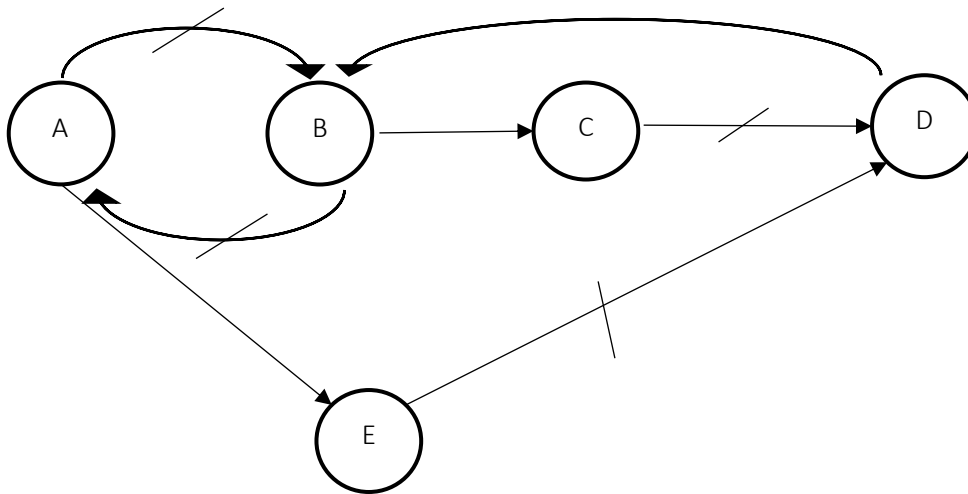
- 1) το σύνολο { A,B,D,H,G } είναι ελεύθερο από συγκρούσεις.
- 2) Επιτίθεται σε όλα τα εξωτερικά επιχειρήματα. Το C επιτίθεται απευθείας στο D αλλά κάνει και έμμεση επίθεση στα επιχειρήματα E και F. Το G επιτίθεται απευθείας στο E αλλά κάνει και έμμεση επίθεση στο επιχείρημα F. Το επιχείρημα H κάνει υποστηριζόμενη επίθεση στο επιχείρημα E. Τέλος το επιχείρημα A κάνει υποστηριζόμενη επίθεση του C μέσω του B, ενώ το επιχείρημα B επιτίθεται απευθείας στο C.

Μετατροπή: Κάνοντας μια μικρή αλλαγή στο σχήμα 4.5 προσθέτοντας μία attack relation από το F στο A το προηγούμενο ευσταθές σύνολο δεν υφίσταται καθώς το D επιτίθεται στο επιχείρημα A με υποστηριζόμενη επίθεση. Όμως εντοπίζουμε καινούργιο ευσταθές σύνολο μετά την προσθήκη της ακμής $F \text{ —/—> } A$.

Ευσταθές σύνολο: Σύνολο {H, G, D, B}

4.2.4 Παράδειγμα 4

Σχήμα 4.6



Περιγραφή: Στον πιο πάνω διπολικό πλαίσιο επιχειρηματολογίας έχουμε 5 επιχειρήματα και 7 ακμές. Υπάρχουν θετικές και αρνητικές ακμές δηλαδή attack και support relations. Επίσης στο πιο πάνω γράφημα εντοπίζουμε και τα δύο είδη επιθέσεων που μας απασχολούν supported και indirect defeat.

Supported defeat: 1) $D \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$, 2) $B \rightarrow C \rightarrow D$, 3) $A \rightarrow E \rightarrow D$, 4) $D \rightarrow B \rightarrow A$

Indirect defeat: 1) $A \rightarrow B \rightarrow C$, 2) $B \rightarrow A \rightarrow E$, 3) $C \rightarrow D \rightarrow B$

Ευσταθές σύνολο: Σύνολο $\{A, E\}$

Αιτιολόγηση: Στο σύνολο αυτό ικανοποιούνται και οι δύο συνθήκες βάση του ορισμού των ευσταθών συνόλων. Δηλαδή

- 1) το σύνολο $\{A, E\}$ είναι ελεύθερο από συγκρούσεις.
- 2) Επιτίθεται σε όλα τα εξωτερικά επιχειρήματα. Το A επιτίθεται απευθείας στο B αλλά κάνει και έμμεση επίθεση στο επιχείρημα C. Επίσης το επιχείρημα A κάνει υποστηριζόμενη επίθεση του D μέσω του E, ενώ το επιχείρημα E επιτίθεται απευθείας στο D.

Μέσα από τα παραδείγματα αυτά είδαμε πως λειτουργεί ένα ευσταθές σύνολο μέσα σε ένα ΔΠΕ. Τώρα χρειάζεται μέσα από το πρόγραμμα μας να εντοπίζουμε τις επεκτάσεις αυτές μέσα από τυχαίους διπολικούς γράφους. Για να το πετύχουμε αυτό χρειάζεται να μετατρέψουμε την πιο πάνω ιδέα που μελετήσαμε σε πρόβλημα SAT. Να εντοπίσουμε δηλαδή κάποιους περιορισμούς μέσα από τους οποίους θα κατασκευάζουμε ένα cnf αρχείο το οποίο θα δίνουμε στο Lingeling και θα παίρνουμε ένα από τα πιθανά ευσταθές σύνολα που υπάρχουν.

4.3 Μετάφραση ευσταθών συνόλων σε ΠΙΠ

Ένα πρόβλημα ΠΙΠ (Satisfiability) είναι ένα NP-Complete πρόβλημα που όπως εξυπακούεται ανήκει στην κλάση NP. Στα προβλήματα αυτά

- Δίνονται: N λογικές μεταβλητές και μια λογική έκφραση με τις μεταβλητές αυτές.
- Ζητούμενο: Υπάρχει ανάθεση τιμών στις μεταβλητές ώστε να είναι αληθής η τιμή όλης της έκφρασης;

Με την λογική αυτή θα μοντελοποιήσουμε το πρόβλημα της ευσταθής σημασιολογίας σε κάποιες λογικές εκφράσεις.

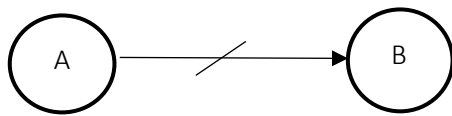
Έτσι στην συνέχεια και μέσα από το κεφάλαιο αυτό θα παρουσιαστεί η όλη διαδικασία, με ποια λογική εντοπίστηκαν οι λογικές εκφράσεις αυτές, ποιες απορρίφθηκαν κατά την διάρκεια της μελέτης και τέλος σε ποιες εκφράσεις καταλήξαμε.

Έτσι θα αρχίσουμε με τις αρχικές εκτιμήσεις των κανόνων περιορισμού και στο τέλος μετά από διάφορες διαπιστώσεις και συμπεράσματα θα παρουσιαστούν οι τελικοί κανόνες περιορισμού που καταλήξαμε.

4.3.1 Αποφυγή Συγκρούσεων

Η πρώτη συνθήκη που ισχύει στα ευσταθές σύνολα είναι όπως αναφέραμε και στο προηγούμενο κεφάλαιο η συνθήκη του ελευθέρου από συγκρούσεις συνόλου. Δηλαδή τα επιχειρήματα που είναι μέσα στην επέκταση πρέπει να είναι ελεύθερα από συγκρούσεις, να μην επιτίθεται το ένα επιχείρημα του άλλου. Οπότεν θα πρέπει να υλοποιήσουμε την σχέση για την συνθήκη αυτή.

Έστω έχουμε την εξής σχέση στο γράφο.



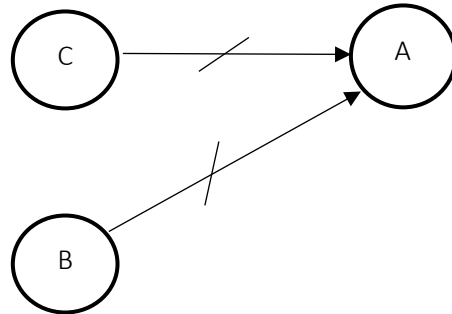
Εντοπίζουμε την εξής μορφή: $\neg(A \wedge B)$

$$\Rightarrow \neg A \vee \neg B$$

Με την σχέση αυτή δεν μπορούν τα δύο επιχειρήματα να συνυπάρχουν στην ίδια επέκταση αφού δεν μπορούν να πάρουν και τα δύο την τιμή True αφού η έκφραση γίνεται false. Έτσι ελέγχουμε την περίπτωση αυτή.

4.3.2 Πολλαπλές επιθέσεις

Θα επεκτείνουμε τον κανόνα 1 με τον ορισμό των πολλαπλών επιθέσεων. Δηλαδή ένα επιχείρημα σε ένα διπολικό πλαίσιο επιχειρηματολογίας είναι πολύ φυσιολογικό να δέχεται αρκετές επιθέσεις. Θα μετατρέψουμε την λογική αυτή μέσα σε δύο λογικούς κανόνες.



$$\begin{aligned} 1) \quad & \mathbf{A \longrightarrow \neg B \wedge \neg C} \\ \Rightarrow & \mathbf{\neg A \vee (\neg B \wedge \neg C)} \\ \Rightarrow & \mathbf{(\neg A \vee \neg B) \wedge (\neg A \vee \neg C)} \end{aligned}$$

Βασική Ιδέα: Η Βασική ιδέα του κανόνα αυτού λέει πως εάν το επιχείρημα A που δέχεται τις επιθέσεις ανήκει στην επέκταση τότε τα επιχειρήματα που του επιτίθενται δεν μπορούν να ανήκουν και αυτά στην επέκταση καθώς δεν θα ισχύει η συνθήκη της αποφυγής συγκρούσεων.

$$\begin{aligned} 2) \quad & \mathbf{\neg A \longrightarrow B \vee C} \\ \Rightarrow & \mathbf{A \vee B \vee C} \end{aligned}$$

Βασική Ιδέα: Η Βασική ιδέα του κανόνα περιορισμού αυτού λέει πως εάν το επιχείρημα A που δέχεται τις επιθέσεις δεν ανήκει στην επέκταση τότε κάποιο από τα επιχειρήματα που του επιτίθενται πρέπει να ανήκει στην επέκταση.

Φυσικά όπως είδαμε μέχρι τώρα στην έρευνα αυτή δεν μας νοιάζουν μονάχα οι απευθείας επιθέσεις που δέχεται κάποιος κόμβος αλλά ορίσαμε ακόμη δύο είδη επιθέσεων τα οποία θα αναλύσουμε μόλις τώρα. Για υπενθύμιση οι επιθέσεις αυτές είναι οι υποστηριζόμενες και οι έμμεσες επιθέσεις.

4.3.3 Έμμεση επίθεση (Indirect defeat)

Το είδος επίθεσης αυτό το συναντήσαμε σε προηγούμενα κεφάλαια και ουσιαστικά αποτελεί μία αλυσίδα από επιχειρήματα όπου στην αλυσίδα αυτή η πρώτη σχέση είναι σχέση επίθεσης ενώ οι υπόλοιπες που ακολουθούν είναι σχέσεις υποστήριξης. Ουσιαστικά το πρώτο επιχείρημα επιτίθεται σε όλη την αλυσίδα.

Θα αναλύσουμε την σχέση αυτή μέσα από το πιο κάτω παράδειγμα όπου παρουσιάζουμε μία έμμεση επίθεση και θα παρουσιάσουμε τους αρχικούς κανόνες περιορισμού που εντοπίστηκαν.



$$1) A \longrightarrow \neg B \wedge \neg C \wedge \neg D$$

Βασική ιδέα: Η βασική ιδέα του κανόνα αυτού λέει πως εάν το επιχείρημα A που ξεκινά την επίθεση ανήκει στην επέκταση τότε τα επιχειρήματα που ανήκουν στην αλυσίδα υποστήριξης δεν μπορούν να ανήκουν και αυτά στην επέκταση καθώς δεν θα ισχύει η συνθήκη του conflict – free.

$$2) D \longrightarrow \neg A$$

$$3) C \longrightarrow \neg A$$

$$4) B \longrightarrow \neg A$$

Βασική Ιδέα: Η Βασική ιδέα των κανόνων περιορισμού αυτών λέει πως εάν τα επιχειρήματα D,C και B δηλαδή τα επιχειρήματα που δέχονται την επίθεση από το επιχείρημα A ανήκουν στην επέκταση τότε το επιχείρημα A δεν μπορεί να είναι στην επέκταση καθώς δεν θα ισχύει η συνθήκη του conflict – free.

$$5) \neg D \longrightarrow A$$

$$6) \neg C \longrightarrow A$$

$$7) \neg B \longrightarrow A$$

Βασική Ιδέα: Η Βασική ιδέα των κανόνων περιορισμού αυτών λέει πως εάν τα επιχειρήματα D,C και B δηλαδή τα επιχειρήματα που δέχονται την επίθεση από το επιχείρημα A δεν ανήκουν στην επέκταση τότε το επιχείρημα A που τους επιτίθεται πρέπει να είναι στην επέκταση.

4.3.4 Υποστηριζόμενη επίθεση (Supported – defeat)

Το είδος επίθεσης αυτό το συναντήσαμε σε προηγούμενα κεφάλαια και ουσιαστικά αποτελεί μία αλυσίδα από επιχειρήματα όπου στην αλυσίδα όλες οι σχέσεις είναι σχέσεις υποστήριξης εκτός από την τελευταία που είναι σχέση επίθεσης. Ουσιαστικά όλη η αλυσίδα επιχειρημάτων επιτίθεται στο τελευταίο επιχείρημα .

Θα αναλύσουμε την σχέση αυτή μέσα από το πιο κάτω παράδειγμα όπου παρουσιάζουμε μία υποστηριζόμενη επίθεση και θα παρουσιάσουμε τους αρχικούς κανόνες περιορισμού που εντοπίστηκαν.



$$1) \neg D \longrightarrow A \vee B \vee C$$

Βασική Ιδέα: Η Βασική ιδέα του κανόνα αυτού λέει πως εάν το επιχείρημα D που δέχεται την επίθεση δεν ανήκει στην επέκταση τότε τα επιχειρήματα που του επιτίθενται τουλάχιστον ένα από αυτά πρέπει να βρίσκονται στην επέκταση.

$$2) D \longrightarrow \neg B \wedge \neg C \wedge \neg A$$

Βασική Ιδέα: Η Βασική ιδέα του κανόνα αυτού λέει πως εάν το επιχείρημα D που δέχεται την επίθεση ανήκει στην επέκταση τότε τα επιχειρήματα που του επιτίθενται δεν πρέπει να βρίσκονται στην επέκταση καθώς δεν θα ισχύει η συνθήκη του conflict – free.

3) $A \rightarrow \neg D$

4) $B \rightarrow \neg D$

5) $C \rightarrow \neg D$

Βασική Ιδέα: Η Βασική ιδέα των κανόνων περιορισμού αυτών λέει πως εάν τα επιχειρήματα A,B και C δηλαδή τα επιχειρήματα που επιτίθονται στο επιχείρημα D ανήκουν στην επέκταση τότε το επιχείρημα D δεν μπορεί να είναι στην επέκταση καθώς δεν θα ισχύει η συνθήκη του conflict – free.

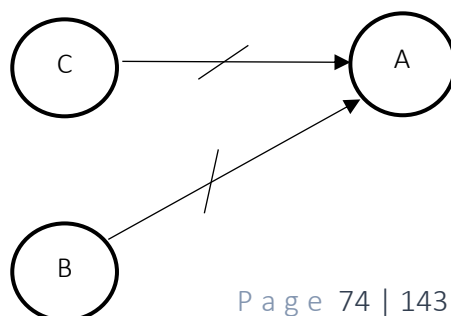
4.3.5 Παρατηρήσεις για κανόνες περιορισμού

Στη συνέχεια αναφερόμαστε σε διάφορα παραδείγματα όπου καταλήξαμε σε κάποιες διαπιστώσεις με αποτέλεσμα είτε την μετατροπή, είτε την αφαίρεση κάποιων κανόνων περιορισμού αλλά ακόμη και πρόσθεση κανόνων περιορισμού για να καλύψουμε κάποιες περιπτώσεις τις οποίες δεν καλύπταμε. Όλα αυτά φαίνονται πιο κάτω αναλυτικά με παραδείγματα.

4.3.5.1 Παρατήρηση 1:

Η πρώτη παρατήρηση αφορά τους δύο πρώτους κανόνες που εντοπίσαμε, δηλαδή τον κανόνα **Αποφυγή Συγκρούσεων** και τον κανόνα **Πολλαπλές επιθέσεις**. Μέσα από τα παραδείγματα εντοπίστηκε πως ο κανόνας της αποφυγής συγκρούσεων καλυπτόταν από τον κανόνα των πολλαπλών επιθέσεων, για τον λόγο αυτό δεν χρειαζόταν έτσι αφαιρέθηκε.

Στην περίπτωση αυτή



Ο πρώτος κανόνας έβγαζε : (ελεύθερο από συγκρούσεις)	$\neg(A \wedge B)$ $\Rightarrow \neg A \vee \neg B$	$\neg(A \wedge C)$ $\Rightarrow \neg A \vee \neg C$
Ο δεύτερος κανόνας έβγαζε: (Πολλαπλές επιθέσεις)	$A \longrightarrow \neg B \wedge \neg C$ $\Rightarrow \neg A \vee (\neg B \wedge \neg C)$ $\Rightarrow (\neg A \vee \neg B) \wedge (\neg A \vee \neg C)$	

Βλέπουμε πως το αποτέλεσμα των δύο κανόνων περιορισμού είναι στην ουσία το ίδιο. Έτσι αφαιρέσαμε τον πρώτο κανόνα και κρατήσαμε τον κανόνα των πολλαπλών επιθέσεων.

4.3.5.2 Παρατήρηση 2:

Η παρατήρηση 2 αφορά τους κανόνες περιορισμού των έμμεσων επιθέσεων. Αυτό που παρατηρήθηκε μέσα από τα παραδείγματα είναι πάλι ένα θέμα αλληλοκάλυψης κανόνων περιορισμού και πιο συγκεκριμένα οι κανόνες 2) , 3) και 4) καλύπτονται από τον κανόνα 1) των έμμεσων επιθέσεων. Επίσης ο κανόνας 7) των έμμεσων επιθέσεων καλύπτεται από τον δεύτερο κανόνα 2) των Πολλαπλών επιθέσεων

Στην περίπτωση αυτή:



Ο κανόνας 1) έβγαζε : (indirect defeats)	$A \longrightarrow \neg B \wedge \neg C \wedge \neg D$ $\Rightarrow \neg A \vee (\neg B \wedge \neg C \wedge \neg D)$ $\Rightarrow (\neg A \vee \neg B) \wedge (\neg A \vee \neg C) \wedge (\neg A \vee \neg D)$
---	--

Ο κανόνας 2) έβγαζε : (indirect defeats)	$D \rightarrow \neg A$ $\Rightarrow \neg D \vee \neg A$
Ο κανόνας 3) έβγαζε : (indirect defeats)	$C \rightarrow \neg A$ $\Rightarrow \neg C \vee \neg A$
Ο κανόνας 4) έβγαζε : (indirect defeats)	$B \rightarrow \neg A$ $\Rightarrow \neg B \vee \neg A$

Στον πιο πάνω πίνακα φαίνεται η παρατήρηση της αλληλοκάλυψης των κανόνων περιορισμού 2) , 3) , 4) με τον κανόνα 1). Έτσι αφαιρέσαμε τους κανόνες 2), 3) και 4) και κρατήσαμε τον πρώτο κανόνα που καλύπτει και τις 3 περιπτώσεις.

Ο κανόνας 7) έβγαζε : (indirect defeats)	$\neg B \rightarrow A$ $\Rightarrow B \vee A$
Ο δεύτερος κανόνας έβγαζε : (Πολλαπλές επιθέσεις)	$\neg B \rightarrow A$ $\Rightarrow B \vee A$

Στον πιο πάνω πίνακα φαίνεται η παρατήρηση της αλληλοκάλυψης του κανόνα 7) των έμμεσων επιθέσεων με τον κανόνα 2) των πολλαπλών επιθέσεων. Αφαιρέσαμε τον κανόνα 7) και κρατήσαμε αυτή των πολλαπλών επιθέσεων.

4.3.5.3 Παρατήρηση 3:

Η παρατήρηση 3 αφορά τους κανόνες περιορισμού των supported-defeats. Αυτό που παρατηρήθηκε μέσα από τα παραδείγματα είναι πάλι ένα θέμα αλληλοκάλυψης κανόνων περιορισμού και πιο συγκεκριμένα οι κανόνες 3) , 4) και 5) καλύπτονται από τον κανόνα 2) των υποστηριζόμενων επιθέσεων.

Στην περίπτωση αυτή:



Ο κανόνας 3) έβγαξε : (υποστηριζόμενες επιθέσεις)	$A \longrightarrow \neg D$ $\Rightarrow \neg A \vee \neg D$
Ο κανόνας 4) έβγαξε : (υποστηριζόμενες επιθέσεις)	$B \longrightarrow \neg D$ $\Rightarrow \neg B \vee \neg D$
Ο κανόνας 5) έβγαξε : (υποστηριζόμενες επιθέσεις)	$C \longrightarrow \neg D$ $\Rightarrow \neg C \vee \neg D$
Ο κανόνας 2) έβγαξε : (υποστηριζόμενες επιθέσεις)	$D \longrightarrow \neg A \wedge \neg B \wedge \neg C$ $\Rightarrow \neg D \vee (\neg A \wedge \neg B \wedge \neg C)$ $\Rightarrow (\neg D \vee \neg A) \wedge (\neg D \vee \neg B) \wedge (\neg D \vee \neg C)$

Στον πιο πάνω πίνακα φαίνεται η παρατήρηση της αλληλοκάλυψης των κανόνων περιορισμού 3) , 4) , 5) με τον κανόνα 2). Έτσι αφαιρέσαμε τους κανόνες 3), 4) και 5) και κρατήσαμε τον δεύτερο κανόνα που καλύπτει και τις 3 περιπτώσεις.

4.3.5.4 Παρατήρηση 4:

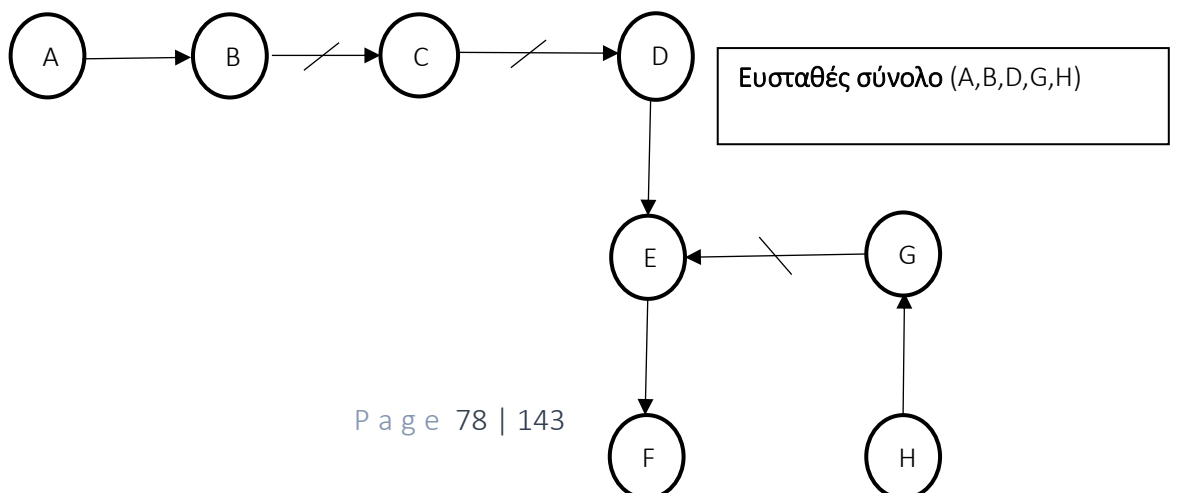
Η παρατήρηση 4 αποτελεί μία πολύ σημαντική διαπίστωση που παρατηρήθηκε μέσα από τα παραδείγματα, η οποία διαπίστωση αυτή αφορά και τα δύο είδη επιθέσεων υποστηριζόμενων και έμμεσων επιθέσεων. Συγκεκριμένα και με βάση την πιο κάτω έμμεση επίθεση:



Στις κανόνες 5) $\neg D \rightarrow A$ και 6) $\neg C \rightarrow A$ αυτό που λέμε στην ουσία είναι ότι εάν τα επιχειρήματα D ή C δεν ανήκουν στο ευσταθές σύνολο τότε αναγκαστικά θα βρίσκεται το επιχείρημα που τους επιτίθεται δηλαδή το A. Με απλά λόγια τα επιχειρήματα που βρίσκονται στην αλυσίδα οποιασδήποτε έμμεσης επίθεσης αν δεν ανήκουν στην επέκταση τότε ανήκει το πρώτο επιχείρημα στη σειρά, δηλαδή αυτό που ξεκινά την επίθεση.

Αυτή η διαπίστωση με βάση τους ορισμούς των ευσταθών συνόλων φαινομενικά ακούγεται σωστή όμως στην ουσία είναι λανθασμένη.

Μέσα από το παράδειγμα 5 και σχήμα 4.5



Με βάση την εκτέλεση του πιο πάνω παραδείγματος ότι στην έμμεση επίθεση $C \not\rightarrow D \rightarrow E$ από τους κανόνες $\neg D \rightarrow C$ και $\neg E \rightarrow C$ παράγονταν οι κανόνες περιορισμού $D \vee C$ και $E \vee C$ αντίστοιχα. Όπως είναι ξεκάθαρο όμως στο δεύτερο κανόνα περιορισμού αφού τα επιχειρήματα E και C δεν ανήκουν στο ευσταθές σύνολο παίρνουν την τιμή FALSE με αποτέλεσμα να μην ισχύει η λογική έκφραση ενώ θα έπρεπε να ισχύει.

Συμπέρασμα: Αν τα επιχειρήματα D ή E δεν είναι στο ευσταθές σύνολο αυτό δεν σημαίνει ότι οφείλεται αποκλειστικά από την επίθεση που δέχονται από το επιχείρημα C και ότι το C αναγκαστικά θα βρίσκεται στο ευσταθές σύνολο. Μπορεί να δέχονται επίθεση από άλλο επιχείρημα που βρίσκεται στην επέκταση. Λόγου χάρη το επιχείρημα E δέχεται επίθεση από τα επιχειρήματα G και H που ανήκουν στο ευσταθές σύνολο.

Έτσι απορρίψαμε τους κανόνες περιορισμού 5) και 6) από τις έμμεσες επιθέσεις.

Για τον ίδιο αυτό ακριβώς λόγο και με την ίδια λογική παρατηρήθηκαν εκ νέου οι κανόνες περιορισμού στις υποστηριζόμενες επιθέσεις και στις πολλαπλές επιθέσεις.

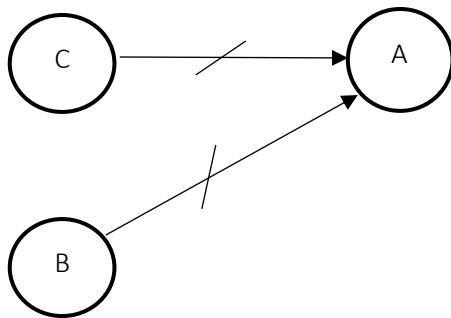
Στις υποστηριζόμενες επιθέσεις είχαμε τον κανόνα 1) όπου



$$1) \neg D \rightarrow A \vee B \vee C$$

Ουσιαστικά ο κανόνας αυτός λέει πως εάν το επιχείρημα D αλλά και γενικά το τελευταίο επιχείρημα μίας υποστηριζόμενης επίθεσης δεν ανήκει στο ευσταθές σύνολο τότε ανήκει αναγκαστικά ένα επιχείρημα της αλυσίδας που του επιτίθεται. Όπως είδαμε αυτή είναι λανθασμένη διαπίστωση αφού το επιχείρημα D μπορεί να δέχεται επίθεση από άλλο επιχείρημα που βρίσκεται στο ευσταθές σύνολο.

Παρόμοια διαπίστωση είχαμε και με τον κανόνα 2) των πολλαπλών επιθέσεων όπου



$$2) \neg A \longrightarrow B \vee C$$

$$\Rightarrow A \vee B \vee C$$

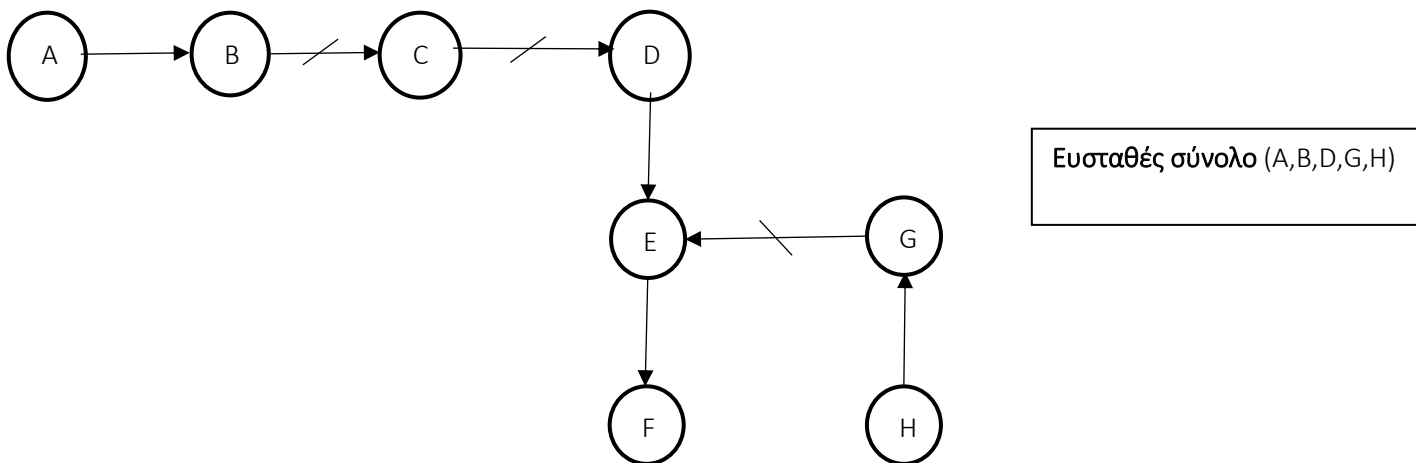
Στην περίπτωση των πολλαπλών επιθέσεων παίρνουμε τις απευθείας επιθέσεις που δέχεται ένα επιχείρημα. Έτσι στον κανόνα 2) λέμε πως αν δεν ανήκει το επιχείρημα A στο ευσταθές σύνολο τότε ανήκει σίγουρα κάποιο επιχείρημα που του επιτίθεται απευθείας. Αυτό είναι λάθος καθώς το επιχείρημα A μπορεί να δέχεται κάποιο άλλο είδος επίθεσης όπως υποστηριζόμενη ή έμμεση επίθεση από επιχείρημα που βρίσκεται στο ευσταθές σύνολο.

Συμπέρασμα: Έχουμε αφαιρέσει τον κανόνα 1) από τις υποστηριζόμενες επιθέσεις και τον κανόνα 2) από τις πολλαπλές επιθέσεις

4.3.5.5 Παρατήρηση 5:

Η παρατήρηση 5 αποτελεί μία πολύ σημαντική παρατήρηση που δεν αφορά πλέον αφαίρεση κάποιου κανόνα όμως προσθήκη ενός καινούργιου και σημαντικού κανόνα.

Ένα πρόβλημα που παρατηρήθηκε ήταν μέσα από το παράδειγμα 5 όπου όταν γινόταν προκαταρκτική εκτέλεση του παραδείγματος αυτού, είχαμε σωστά αποτελέσματα από τους μέχρι τώρα κανόνες περιορισμού εκτός από μία περίπτωση.



Η περίπτωση αυτή ήταν εξής: όταν αφαιρούσαμε κάποιο κόμβο ο οποίος άνηκε στο ευσταθές σύνολο και δεν δεχόταν καμία απολύτως επίθεση (οποιασδήποτε μορφής επίθεση) δηλαδή του ανατεθόταν η τιμή FALSE, η λογική έκφραση έβγαине αληθής ενώ θα έπρεπε να έβγαине ψευδής καθότι αφαιρούσαμε επιχείρημα που άνηκε στην επέκταση.

Παράδειγμα της περίπτωσης αυτής είναι το επιχείρημα H το οποίο ανήκει στο ευσταθές σύνολο και δεν δέχεται καμία απολύτως επίθεση από οποιοδήποτε επιχείρημα του διπολικού γράφου.

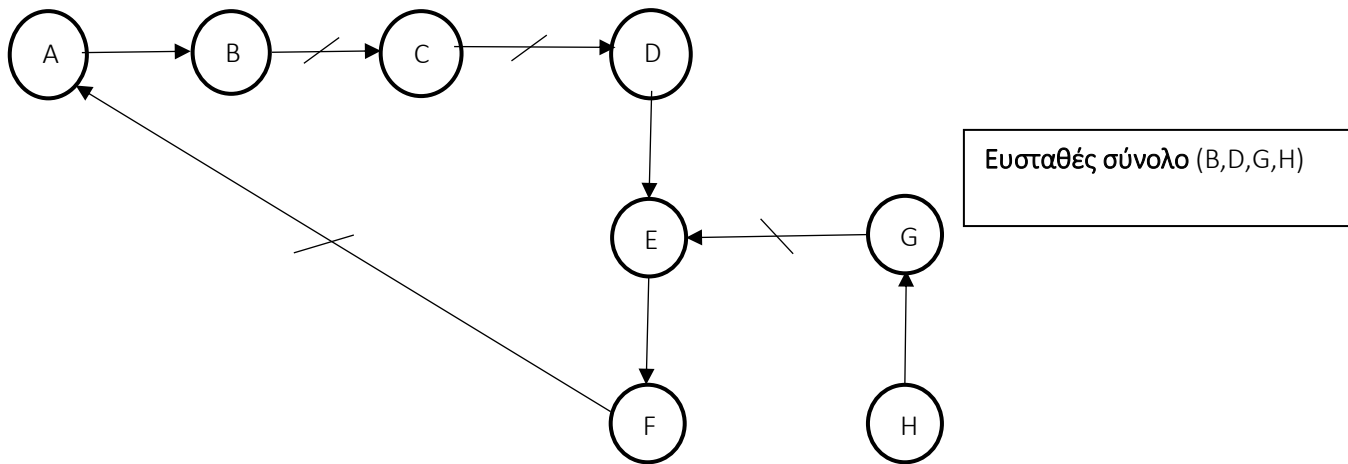
Συμπέρασμα: Όσα επιχειρήματα δεν δέχονται επίθεση (οποιασδήποτε μορφής) αναγκαστικά θα βρίσκονται στο ευσταθές σύνολο.

Ο κανόνας αυτός υλοποιείτε μέσα από το πρόγραμμα, που θα αναλυθεί σε επόμενα κεφάλαια. Όταν εντοπίζουμε επιχειρήματα τα οποία δεν δέχονται καμία επίθεση γράφονται απευθείας στο cnf αρχείο(αρχείο εισόδου).

4.3.5.6 Παρατήρηση 6:

Η παρατήρηση 6 αποτελεί την τελευταία στη σειρά παρατήρηση που αφορά τους κανόνες περιορισμού μετατροπής των ευσταθών συνόλων σε ΠΙΠ και είναι εξίσου πολύ σημαντική όπως τις προηγούμενες.

Η παρατήρηση αυτή προήλθε από το παράδειγμα 5 β) όπως παρουσιάζετε πιο κάτω.



Στο πιο πάνω παράδειγμα όπως βλέπουμε το ευσταθές σύνολο είναι το B,D,G και H. Αφαιρώντας το επιχείρημα D από το ευσταθές σύνολο και προσθέτοντας το A, δηλαδή δίνοντας την τιμή FALSE στο D και TRUE στο A λανθασμένα η λογική έκφραση των κανόνων περιορισμού έβγαине σωστή. Αυτό που παρατηρήθηκε είναι ότι από τη στιγμή που κανένας από τους κόμβους που επιτιθόταν στο A δεν άνηκε μέσα στο ευσταθές σύνολο (D,E,F) αυτός ήταν ο λόγος που έβγαине αληθής η λογική έκφραση αφού δεν επηρέαζαν κάποιο από τους προηγούμενους κανόνες περιορισμού.

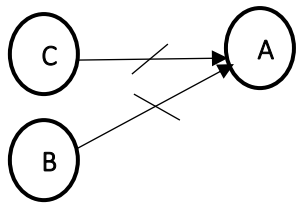
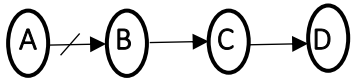
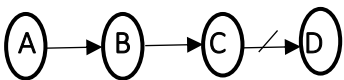
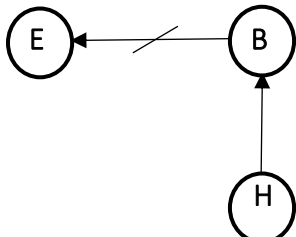
Συμπέρασμα: Αν ένας κόμβος είναι εκτός του ευσταθές συνόλου τότε αναγκαστικά κάποιος που του επιτίθεται πρέπει να είναι μέσα.

Ο κανόνας αυτός υλοποιείτε μέσα από το πρόγραμμα. Εντοπίζοντας τις επιθέσεις που δέχεται κάθε κόμβος δημιουργούμε τον κανόνα με την πιο κάτω λογική: Εάν ο κόμβος που δέχεται την επίθεση έστω A δεν ανήκει στο ευσταθές σύνολο, τότε ανήκει σίγουρα κάποιος από τους επιτιθέμενους του έστω E1, E2 Δηλαδή:

$$\neg A \longrightarrow E1 \vee E2 \vee E3 \dots\dots$$

Με την παρατήρηση αυτή έχουμε φτάσει στο τέλος των κανόνων περιορισμού και έχουμε καταλήξει σε ένα συγκεκριμένο αριθμό κανόνων περιορισμού όπου μας βγάζει και το σωστό αποτέλεσμα όπου θα δούμε και στη συνέχεια με πραγματικά παραδείγματα μέσω του προγράμματος. Τώρα θα δούμε συνοπτικά σε ένα πίνακα τους τελικούς μας κανόνες περιορισμού.

4.3.6 Πίνακας τελικών κανόνων

Τελικοί κανόνες περιορισμού μετατροπής ευσταθών συνόλων σε ΠΙΠ			
Όνομα κανόνα	Κανόνες Περιορισμού	Σχηματική αναπαράσταση	Περιγραφή
1. Πολλαπλές επιθέσεις	$A \rightarrow \neg B \wedge \neg C$		Εάν ένα επιχείρημα που δέχεται πολλαπλές επιθέσεις είναι στο extension τότε κανένας από αυτούς που του επιτίθεται δεν πρέπει να είναι στο extension.
2. Indirect - defeat	$A \rightarrow \neg B \wedge \neg C \wedge \neg D$		Εάν το επιχείρημα που ξεκινά το indirect-defeat είναι στο extension κανένα επιχείρημα της αλυσίδας δεν θα είναι στο extension.
3. Supported - defeat	$D \rightarrow \neg A \wedge \neg B \wedge \neg C$		Εάν το επιχείρημα που δέχεται το support-defeat είναι στο extension κανένα επιχείρημα της αλυσίδας δεν θα είναι στο extension.
4. Κόμβος που δεν δέχεται επίθεση	$H \wedge B$		Κάθε κόμβος που δεν δέχεται επίθεση βρίσκεται στο ευσταθές σύνολο.
5. Επιτιθέμενοι σε κόμβο που είναι εκτός του ευσταθές συνόλου	$\neg A \rightarrow E1 \vee E2 \vee E3..$		Αν ένας κόμβος είναι εκτός του ευσταθές συνόλου τότε αναγκαστικά κάποιος που του επιτίθεται πρέπει να είναι μέσα.

4.4 Υλοποίηση εντοπισμού ευσταθών επεκτάσεων σε διπολικό γράφο

Η υλοποίηση που έπρεπε να υλοποιηθεί στην παρούσα Διπλωματική Εργασία ήταν ουσιαστικά να μεταφερθεί όλη η ιδέα των διπολικών γράφων μέσα σε ένα πρόγραμμα και να γίνει εφικτός ο εντοπισμός μέσα από τυχαίους γράφους . Για να επιτευχθεί αυτό έπρεπε ότι αναλύθηκε στην προηγούμενη ενότητα με τους κανόνες περιορισμού που εντοπίστηκαν να εφαρμοστούν μέσω του προγράμματος βγάζοντας ως έξοδο ένα cnf αρχείο το οποίο θα δίνεται ως είσοδο στον SAT Solver Lingeling. Η βασική ιδέα και η οδός που ακολουθήθηκε είναι η διαδικασία βημάτων που αναφέρετε στην αρχή του κεφαλαίου.

Η διαδικασία αυτή αποδείχτηκε στο τέλος της υλοποίησης μια αρκετά δαπανηρή διαδικασία λόγω των υπερβολικών σχέσεων επιθέσεων και υποστηρίξεων μεταξύ των επιχειρημάτων ,την επεξεργασία και την αποθήκευση τους.

Η όλη υλοποίηση θα αναλυθεί στην συνέχεια όπου για χάρη καλύτερης κατανόησης των διαδικασιών θα γίνει εκτέλεση ενός παραδείγματος βλέποντας την διαδικασία που ακολουθεί το πρόγραμμα, τι εντοπίζει και ποιο το αποτέλεσμα του. Τέλος θα δούμε και κάποια πειραματική μελέτη του προγράμματος σε σχέση με τον αριθμό των επιχειρημάτων και των ακμών που υπάρχουν στο γράφο.

4.4.1 Δημιουργία διπολικού γράφου

Η δημιουργία του διπολικού γράφου ουσιαστικά είναι κάτι που γίνεται εντελώς τυχαία, αφού αυτό ήταν και το ζητούμενο, το πρόγραμμα μας να παίρνει τυχαίους διπολικούς γράφους. Φυσικά υπάρχει η δυνατότητα να δώσουμε δικό μας γράφο όπως εμείς θέλουμε.

Στο πρόγραμμα μας ο χρήστης έχει την δυνατότητα να επιλέξει τον αριθμό των κόμβων (επιχειρημάτων) που θα έχει ο γράφος αλλά και την πυκνότητα του γράφου. Αυτό γίνεται μέσω του αριθμού density που δίνει ο χρήστης από 0 μέχρι 1 και έχει να κάνει με τον αριθμό των ακμών που θα υπάρχουν. Ακμή θεωρείται τόσο η θετική όσο και η αρνητική ακμή.

4.4.2 Εντοπισμός των διαφόρων επιθέσεων και υποστηρίξεων

Η διαδικασία αυτή του προγράμματος αποτελεί την πιο χρονοβόρα αλλά και ακριβή διαδικασία ολόκληρου του προγράμματος.

Όπως είδαμε και σε προηγούμενα κεφάλαια, ασχοληθήκαμε με 3 είδη επιθέσεων τα οποία μας απασχόλησαν σε ένα διπολικό πλαίσιο επιχειρηματολογίας. Οι επιθέσεις και ο τρόπος εντοπισμός τους περιγράφονται πιο κάτω.

4.4.2.1 Απευθείας επιθέσεις: Η πιο απλή μορφή επίθεσης αλλά και συνάμα πολύ σημαντική.

Αλγόριθμός: Διαπερνούμε τον γράφο μας και εντοπίζουμε τις αρνητικές ακμές. Οι ακμές αυτές αποτελούν τις απευθείας επιθέσεις.

Για κάθε επιχείρημα ξεχωριστά εντοπίζονται οι σχέσεις επίθεσης και υποστήριξης προς τα υπόλοιπα επιχειρήματα του πλαισίου επιχειρηματολογίας. Αυτό γίνεται μέσω της κλάσης **PointList** όπου για κάθε κόμβο υπάρχει λίστα για επιθέσεις **DefeatList** και για υποστηρίξεις **SupportList** πολύ χρήσιμες για την συνέχεια.

4.4.2.2 Έμμεσες επιθέσεις:

Εν συντομία είναι η μορφή επίθεσης που ξεκινά με ακμή επίθεσης και οι υπόλοιπες ακμές αποτελούν ακμές υποστήριξης. Ο πρώτος κόμβος επιτίθεται σε ολόκληρη την αλυσίδα επιχειρημάτων. Ως είσοδο ο αλγόριθμος παίρνει τον διπολικό γράφο. Η έξοδος του αλγόριθμου είναι η εγγραφή των έμμεσων επιθέσεων στο cnf αρχείο.

Αλγόριθμος: Για κάθε κόμβο που κάνει επίθεση εντοπίζονται οι κόμβοι που δέχονται την επίθεση του και από αυτούς υπολογίζονται όλα τα μονοπάτια με θετικές ακμές προς όλους τους κόμβους.

1. Εντοπισμός διπολικών σχέσεων κάθε κόμβου του γράφου
2. Για κάθε κόμβο συνεχίζω μόνο αν ο συγκεκριμένος κόμβος επιτίθεται κάποιου
 - a. Για κάθε κόμβο που επιτίθεται
 - i. Για κάθε κόμβο του γράφου εντοπίζουμε τα μονοπάτια μεταξύ τους
 1. Για κάθε μονοπάτι
 - a. Εάν το μέγεθος είναι μεγαλύτερο του ενός κόμβου αποθηκεύουμε στο indirect List του αρχικού κόμβου και συνεχίζουμε
 - b. Διαφορετικά αποθηκεύουμε τον κόμβο στο indirect List του αρχικού κόμβου, καθαρίζουμε τη λίστα, γράφουμε στο cnf αρχείο την επίθεση και συνεχίζουμε από το i.

Η διαδικασία αυτή όπως έχει αναφερθεί και πιο πάνω αποτελεί μια χρονοβόρα και ακριβή διαδικασία καθώς για κάθε επίθεση υπολογίζονται αναδρομικά όλα τα μονοπάτια με θετικές ακμές που ξεκινούν από το κόμβο που δέχεται την επίθεση. Η διαδικασία για τον αναδρομικό εντοπισμό των μονοπατιών αυτών γίνεται με την κλάση **Allpaths**. Η διαδικασία εντοπισμού των έμμεσων επιθέσεων γίνεται με την συνάρτηση **findIndirectDefeats**.

4.4.2.3 Υποστηριζόμενες επιθέσεις:

Εν συντομία είναι η μορφή επίθεσης που ξεκινά με ακμές υποστήριξης και ολοκληρώνεται με ακμή επίθεσης. Ο κάθε κόμβος της αλυσίδας επιτίθεται του τελευταίου κόμβου. Ως είσοδο ο αλγόριθμος παίρνει τον διπολικό γράφο. Η έξοδος του αλγόριθμου είναι η εγγραφή των υποστηριζόμενων επιθέσεων στο cnf αρχείο.

Αλγόριθμος: Εντοπίζω αναδρομικά όλα τα μονοπάτια με θετικές ακμές μεταξύ όλων των κόμβων. Παίρνω τον τελευταίο κόμβο και μέσω του defeat List του εντοπίζω όλους όσους έχει επιτεθεί απευθείας. Το μονοπάτι αυτό αποτελεί μία υποστηριζόμενη επίθεση.

1. Εντοπισμός διπολικών σχέσεων κάθε κόμβου του γράφου
2. Για κάθε κόμβο του γράφου
 - a. Εντοπίζονται αναδρομικά τα μονοπάτια με θετικές ακμές
 - b. Εάν το size του defeat list του τελευταίου κόμβου της αλυσίδας που δέχεται την επίθεση είναι μεγαλύτερο του 0
 - i. Όσο υπάρχουν επιθέσεις του τελευταίου κόμβου
 1. Διατρέχουμε το μονοπάτι
 - a. Αποθηκεύουμε τους κόμβους του μονοπατιού μαζί με τον κόμβο που δέχεται επίθεση στο Supported List του αρχικού κόμβου
 2. Γράφουμε την Υποστηριζόμενη επίθεση στο cnf αρχείο, καθαρίζουμε τη λίστα

Επίσης η διαδικασία αυτή αποτελεί μια χρονοβόρα και ακριβή διαδικασία καθώς για κάθε κόμβο υπολογίζω αναδρομικά όλα τα μονοπάτια με θετικές ακμές που ξεκινούν από αυτόν προς όλους τους υπόλοιπους. Αν ο τελευταίος κόμβος επιτίθεται κάποιου τότε διατρέχουμε το μονοπάτι για κάθε επίθεση που κάνει ο τελευταίος κόμβος.

Η διαδικασία για τον αναδρομικό εντοπισμό των μονοπατιών αυτών γίνεται πάλι με την κλάση **Allpaths**. Η διαδικασία εντοπισμού των υποστηριζόμενων επιθέσεων γίνεται με την συνάρτηση *findSupportedDefeats*.

4.4.3 Μετάφραση των σχέσεων σε πρόβλημα SAT και δημιουργία cnf αρχείου

Το cnf αρχείο [6][7] (αρχείο εισόδου στο lingeling) έχει την εξής μορφή:

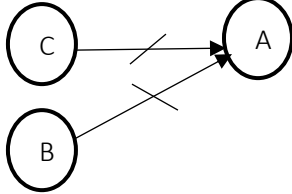
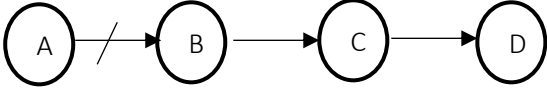
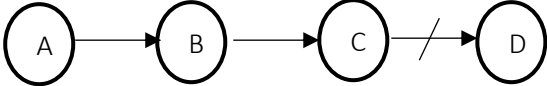
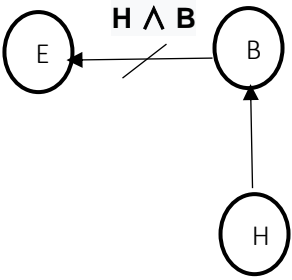
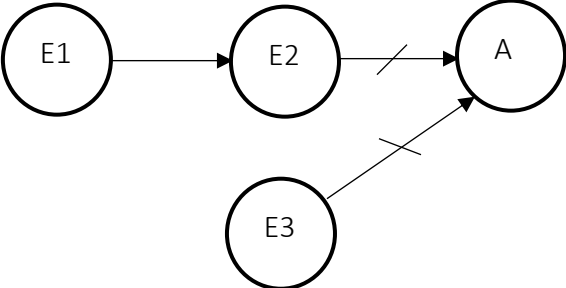
- 1) Η πρώτη γραμμή αποτελεί την γραμμή προβλήματος η οποία έχει την μορφή **p cnf αριθμό των επιχειρημάτων αριθμό γραμμών αρχείου**
- 2) Ακολουθούν οι **κανόνες περιορισμού** που γράφουμε στο αρχείο σε κατάλληλη μορφή όπως αναφέρετε στον πίνακα 4.2. Το τέλος κάθε κανόνα σηματοδοτεί ο αριθμός **0**.

Ολόκληρη η λογική έκφραση αποτελεί μία **σύζευξη από ένα σύνολο διαζεύξεων**.

Η μετάφραση των σχέσεων σε πρόβλημα ικανοποίησης περιορισμών αναλύεται και παρουσιάζετε μέσα από τον Πίνακα 4.2.

Αναλύονται οι κανόνες περιορισμού στην τελική μορφή τους και περιγράφεται ο αλγόριθμος με τον οποίο καταγράφονται οι κανόνες αυτοί στο CNF αρχείο.

Πίνακας 4.2

Όνομα κανόνα	Κανόνες Περιορισμών	Αλγόριθμος
6. Πολλαπλές επιθέσεις	$A \longrightarrow \neg B \wedge \neg C$ $\Rightarrow \neg A \vee (\neg B \wedge \neg C)$ $\Rightarrow (\neg A \vee \neg B) \wedge (\neg A \vee \neg C)$ 	
7. Indirect - defeat	$A \longrightarrow \neg B \wedge \neg C \wedge \neg D$ $\Rightarrow \neg A \vee (\neg B \wedge \neg C \wedge \neg D)$ $\Rightarrow (\neg A \vee \neg B) \wedge (\neg A \vee \neg C) \wedge (\neg A \vee \neg D)$ 	<p>Εάν το επιχείρημα που ξεκινά το indirect-defeat είναι στο extension κανένα επιχείρημα της αλυσίδας δεν θα είναι στο extension.</p>
8. Supported - defeat	$D \longrightarrow \neg A \wedge \neg B \wedge \neg C$ $\Rightarrow \neg D \vee (\neg A \wedge \neg B \wedge \neg C)$ $\Rightarrow (\neg D \vee \neg A) \wedge (\neg D \vee \neg B) \wedge (\neg D \vee \neg C)$ 	<p>Εάν το επιχείρημα που δέχεται το support-defeat είναι στο extension κανένα επιχείρημα της αλυσίδας δεν θα είναι στο extension.</p>
9. Κόμβος που δεν δέχεται επίθεση		<p>Κάθε κόμβος που δεν δέχεται επίθεση βρίσκεται στο ευσταθές σύνολο.</p>
10. Επιτιθέμενοι σε κόμβο που είναι εκτός του ευσταθές συνόλου	$\neg A \longrightarrow E1 \vee E2 \vee E3..$ $A \vee E1 \vee E2 \vee E3$ 	<p>Αν ένας κόμβος είναι εκτός του ευσταθές συνόλου τότε αναγκαστικά κάποιος που του επιτίθεται πρέπει να είναι μέσα.</p>

Αλγόριθμοι κανόνων περιορισμού

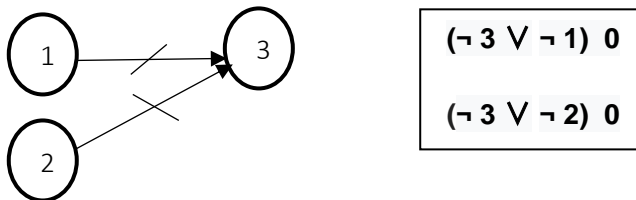
4.4.3.1 Αλγόριθμος κανόνων περιορισμού για πολλαπλές επιθέσεις

Για κάθε επιχείρημα που κάνει επίθεση

Για κάθε επιχείρημα που δέχεται την επίθεση του, γράφω

$$- (\text{επιχείρημα που επιτίθεται}) \vee - (\text{επιχείρημα που δέχεται επίθεση}) 0$$

Παράδειγμα



4.4.3.2 Αλγόριθμος κανόνων περιορισμού για έμμεσες επιθέσεις

Στο σημείο αυτό ακολουθούμε τον αλγόριθμο για εντοπισμό των έμμεσων επιθέσεων.

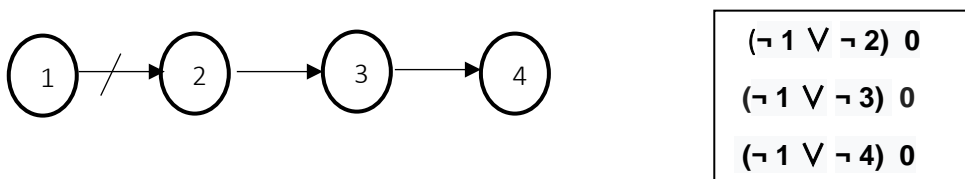
Στο σημείο που εντοπίζουμε την κάθε αλυσίδα επίθεσης ξεχωριστά κάνω το εξής.

Ξεκινώντας από το δεύτερο στοιχείο της αλυσίδας

Όσο υπάρχουν επιχειρήματα στην αλυσίδα, γράφω

$$- (\text{πρώτο επιχείρημα αλυσίδας}) \vee - (\text{τρέχων επιχείρημα αλυσίδας}) 0$$

Παράδειγμα



4.4.3.3 Αλγόριθμος κανόνων περιορισμού για υποστηριζόμενη επίθεση

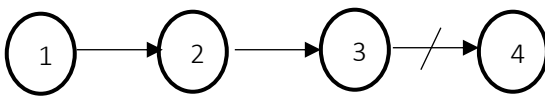
Στο σημείο αυτό ακολουθούμε τον αλγόριθμο για εντοπισμό των υποστηριζόμενων επιθέσεων. Στο σημείο που εντοπίζουμε την κάθε αλυσίδα επίθεσης ξεχωριστά κάνω το εξής.

Ξεκινώντας από το πρώτο στοιχείο της αλυσίδας

Μέχρι το προτελευταίο στοιχείο όσο υπάρχουν επιχειρήματα στην αλυσίδα , γράφω

– (τελευταίο επιχείρημα αλυσίδας) \vee - (τρέχων επιχείρημα αλυσίδας) 0

Παράδειγμα



$(\neg 4 \vee \neg 1)$	0
$(\neg 4 \vee \neg 2)$	0
$(\neg 4 \vee \neg 3)$	0

4.4.3.4 Αλγόριθμος κανόνων περιορισμού για κόμβους που δεν δέχονται επίθεση

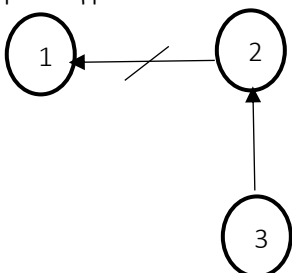
Για την περίπτωση του κανόνα αυτού έχουμε δημιουργήσει τον πίνακα receiveAttack στον οποίο εντοπίζουμε και αποθηκεύουμε την επίθεση που δέχεται κάθε κόμβος ξεχωριστά. Δηλαδή αποθηκεύουμε όσους κόμβους επιτίθενται σε συγκεκριμένο κόμβο. Ακολούθως ελέγχουμε για κάθε κόμβο εάν δέχεται επίθεση ή όχι και τον γράφουμε στο αρχείο.

Για κάθε κόμβο του γράφου

Εάν δεν δέχεται οποιαδήποτε επίθεση , γράφω

(Επιχείρημα που δεν δέχεται επίθεση) 0

Παράδειγμα



2	0
3	0

4.4.3.5 Αλγόριθμος για επιθέσεις σε κόμβο που είναι εκτός του ευσταθές συνόλου

Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιούμε και πάλι τον πίνακα Receiveattack για να δούμε από ποιους κόμβους δέχεται επίθεση ένας συγκεκριμένος κόμβος. Ακολουθούμε την εξής διαδικασία.

Έστω A επιχείρημα που δέχεται την επίθεση και E_i επιχειρήματα που του επιτίθενται.

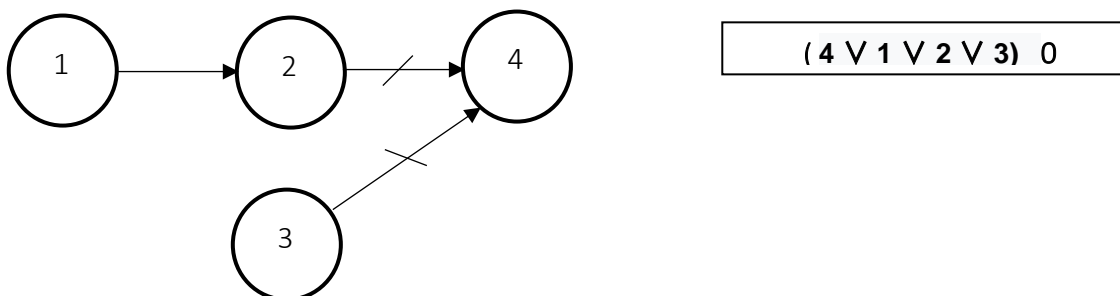
Για κάθε κόμβο του γράφου

Εάν δέχεται επίθεση από κάποιον κόμβο τότε

Όσο υπάρχουν κόμβοι που του επιτίθενται, γράφω

$$(A \vee (E1) \vee (E2) \vee (E3) \dots 0$$

Παράδειγμα



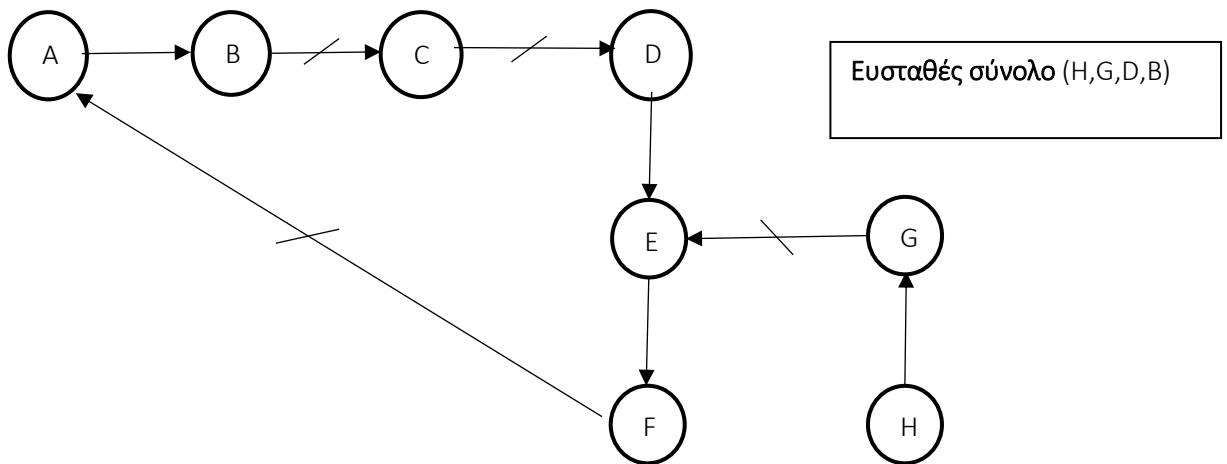
Πιο πάνω είδαμε τους αλγορίθμους για τους διάφορους κανόνες περιορισμού και τον τρόπο που γράψαμε τους κανόνες περιορισμού στο cnf αρχείο το οποίο θα δώσουμε αργότερα στον Lingeling για να εντοπίσουμε, αν υπάρχει κάποιο από τα ευσταθές σύνολα.

Στην συνέχεια θα τρέξουμε ένα παράδειγμα βλέποντας όλες τις διαδικασίες που περιγράψαμε πιο πάνω αλλά και γενικά μέχρι τώρα, μέσα από το πρόγραμμα μας. Συγκεκριμένα θα τρέξουμε το παράδειγμα 5 μέχρι το σημείο που κατασκευάζουμε το cnf

αρχείο και ακολούθως θα το τρέξουμε στον lingeling βλέποντας τα αποτελέσματα μας. Τέλος θα αναλύσουμε κάποια στατιστικά στοιχεία του προγράμματος.

4.5 Εκτέλεση παραδείγματος 5

Σχήμα 4.5



4.5.1 Είσοδος προγράμματος

Ως επιλογή στο πρόγραμμα μας θα έχει να επιλέγουμε μέσα από μία σειρά έτοιμων παραδειγμάτων για εκτέλεση αλλά επίσης θα δίνεται και η επιλογή για δημιουργία τυχαίου γράφου. Για χάρη του παραδείγματος θα επιλέξουμε για εκτέλεση το παράδειγμα 5.

Είσοδος προγράμματος : Ο διπολικός γράφος όπως φαίνεται στο πιο πάνω σχήμα.

Επίσης αντιπροσωπευτικά στο πρόγραμμα και όπως θα παρουσιάζονται και μέσα στο cnf αρχείο ο πρώτος κόμβος θα είναι ο αριθμός 1 ο κόμβος 2 ο αριθμός 2 μέχρι τον κόμβο N.

Για παράδειγμα εδώ έχουμε την εξής αντιστοίχιση.

A → 1	E → 5
B → 2	F → 6
C → 3	G → 7
D → 4	H → 8

4.5.2 Στοιχεία του διπολικού πλαισίου επιχειρηματολογίας

Αφού τρέξουμε το πρόγραμμα μας, εκτός από το cnf αρχείο που μας παράγει μας δίνει διάφορα στοιχεία που αφορά το διπολικό πλαίσιο επιχειρηματολογίας.

- 1) Αρχικά όπως φαίνεται και στο πιο κάτω πίνακα το πρόγραμμα μας τυπώνει τις διάφορες επιθέσεις που έχουμε στο γράφο μας. Παρουσιάζονται τις:
 - Πολλαπλές επιθέσεις (π.χ 2 -> 3)
 - Υποστηριζόμενες επιθέσεις (π.χ 4 -> 5 -> 6 -> 1)
 - Έμμεσες επιθέσεις (π.χ 3 -> 4 -> 5 -> 6)
- 2) Ακολούθως το πρόγραμμα μας εντοπίζει και τυπώνει τους κόμβους οι οποίοι δεν δέχονται οποιαδήποτε επίθεση από κάποιο κόμβο του πλαισίου επιχειρημάτων. Για παράδειγμα οι κόμβοι 7 και 8 δεν δέχονται οποιαδήποτε επίθεση.
- 3) Στην συνέχεια, το πρόγραμμα εντοπίζει και εκτυπώνει για κάθε κόμβο τους κόμβους οι οποίοι του επιτίθενται με οποιαδήποτε μορφή επίθεσης . Για παράδειγμα του κόμβου 1 του επιτίθενται οι κόμβοι 6, 4 και 5
- 4) Τέλος εκτυπώνεται ο χρόνος εκτέλεσης του προγράμματος μέχρι το σημείο που παράγεται και το cnf αρχείο.

```
Multiple attacks
2 --> 3
Multiple attacks
3 --> 4
Multiple attacks
6 --> 1
Multiple attacks
7 --> 5
Supported List 1 2 3
Supported List 4 5 6 1
Supported List 5 6 1
Supported List 8 7 5
Indirected List 3 4 5
Indirected List 3 4 5 6
Indirected List 6 1 2
Indirected List 7 5 6
The node 7 does not receive attack
The node 8 does not receive attack
The node 1 receive attack from the nodes: 6 4 5
The node 2 receive attack from the nodes: 6
The node 3 receive attack from the nodes: 2 1
The node 4 receive attack from the nodes: 3
The node 5 receive attack from the nodes: 7 8 3
The node 6 receive attack from the nodes: 3 7
Time: 2533
```

4.5.3 Αρχείο Εισόδου

4.5.3.1 Γενική δομή Αρχείου Εισόδου [6]

Το CNF είναι μία μορφή θεωριών λογικής όπου η μορφή αυτή χρησιμοποιείται για τον ορισμό μιας έκφρασης σε Boolean μορφή, γραμμένης σε διαζευκτική κανονική μορφή, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ένα πρόβλημα ικανοποίησης.

Σε ένα πρόβλημα ικανοποίησης όπως αυτό που έχουμε και στην παρούσα Διπλωματική Εργασία με την εύρεση ευσταθές συνόλων χρησιμοποιούνται N μεταβλητές boolean για να σχηματίσουν μια έκφραση που περιλαμβάνει συνδυασμό άρνησης (NOT), σύζευξης (AND) και διάζευξης (OR). Το πρόβλημα είναι να προσδιορίσουμε αν υπάρχει κάποια ανάθεση τιμών στις μεταβλητές τύπου Boolean που καθιστά την έκφραση αληθής.

Πιο απλά, μια έκφραση σε συζευκτική κανονική μορφή (CNF) αποτελείται από:

1. Όρους(clauses) που συνδέονται με συζεύξεις AND,
2. Κάθε όρος, με τη σειρά του, αποτελείται από μεταβλητές(literals) συνδεδεμένες με διαζεύξεις OR.
3. Κάθε μεταβλητή είναι είτε το όνομα μιας μεταβλητής (θετικό literal) ή το όνομα μιας μεταβλητής της οποίας προηγείται άρνηση NOT (αρνητικό literal)

Γενικοί κανόνες που ακολουθούνται στο αρχείο εισόδου:

1. Το αρχείο μπορεί να ξεκινά με γραμμές σχολίων. Ο πρώτος χαρακτήρας κάθε γραμμής σχολίων πρέπει να είναι ένα μικρό γράμμα "c". Οι γραμμές σχολίων συνήθως εμφανίζονται σε μια ενότητα στην αρχή του αρχείου, αλλά επιτρέπεται να εμφανίζονται και σε όλο το αρχείο.
2. Οι γραμμές σχολίων ακολουθούνται από τη γραμμή του "προβλήματος". Η γραμμή αυτή ξεκινά με ένα μικρό γράμμα "p" ακολουθούμενο από ένα κενό, ακολουθούμενο από τον τύπο προβλήματος, ο οποίος για τα αρχεία CNF είναι "cnf", στην συνέχεια ακολουθεί ο αριθμός μεταβλητών που ακολουθείται από τον αριθμό γραμμών του αρχείου.
3. Το υπόλοιπο του αρχείου περιέχει γραμμές που καθορίζουν τους όρους, ένα προς ένα.
4. Ο ορισμός ενός όρου μπορεί να εκτείνεται πέραν μιας ενιαίας γραμμής κειμένου.
5. Ο ορισμός ενός όρου τερματίζεται με τον αριθμό "0".
6. Το αρχείο τερματίζεται μετά τον ορισμό του τελευταίου όρου.

Αφού είδαμε τους γενικούς κανόνες ενός cnf αρχείου θα δούμε στη συνέχεια το cnf αρχείο που παράχθηκε από την εκτέλεση του παραδείγματος 5.

4.5.3.2 Αρχείο εισόδου Παραδείγματος 5

```
p cnf 8 31
1 2 3 4 5 6 7 8 0
Πολλαπλές επιθέσεις
-2 -3 0
-3 -4 0
-6 -1 0
-7 -5 0
Supported defeat
-3 -1 0
-3 -2 0
Supported defeat
-1 -4 0
-1 -5 0
-1 -6 0
Supported defeat
-1 -5 0
-1 -6 0
Supported defeat
-5 -8 0
-5 -7 0
Indirect defeat
-3 -4 0
-3 -5 0
Indirect defeat
-3 -4 0
-3 -5 0
-3 -6 0
Indirect defeat
-6 -1 0
-6 -2 0
Indirect defeat
-7 -5 0
-7 -6 0
Κόμβοι που δεν δέχονται επίθεση
7 0
8 0
Επιθέσεις σε κόμβο που είναι εκτός του stable extension
1 6 4 5 0
2 6 0
3 2 1 0
4 3 0
5 7 8 3 0
6 3 7 0
```

Πιο πάνω παρουσιάζεται η έξοδος του προγράμματος. Οι φράσεις ενδιάμεσα των αριθμών δεν είναι μέσα στο αρχείο, απλά έχουν τοποθετηθεί για διευκόλυνση εύρεσης των κανόνων περιορισμού αλλά και για πιο εύκολη κατανόηση.

Στην πρώτη γραμμή παρουσιάζονται οι λέξεις `p cnf`, ο αριθμός των μεταβλητών(κόμβοι) αλλά και ο αριθμός των γραμμών του `cnf` αρχείου. Η γραμμή αυτή αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για αναγνώριση του αρχείου από τον `lingeling`.

Στην συνέχεια εκτυπώνονται οι 5 κανόνες περιορισμού που είδαμε και αναλύσαμε σε προηγούμενο κεφάλαιο. Τώρα είμαστε έτοιμοι να τρέξουμε το `cnf` αρχείο στον `lingeling`.

4.5.3.3 Αποτέλεσμα εκτέλεσης στον `lingeling` [7]

Δίνουμε είσοδο στον `lingeling` το πιο πάνω `cnf` αρχείο. Το αποτέλεσμα του `lingeling` το εκτυπώνουμε σε ένα αρχείο με την ονομασία `out.txt`. Για το παράδειγμα αυτό ο `lingeling` βγάζει το εξής `out.txt` αρχείο.

`Out.txt`

```
s SATISFIABLE
v -1 2 -3 4 -5 -6 7 8 0
```

Στο αρχείο αυτό μπροστά από την μεταβλητή `s` εμφανίζονται οι λέξεις `SATISFIABLE` ή η λέξη `NOT SATISFIABLE`. Το `SATISFIABLE` μας ενημερώνει πως με βάση τη λογική των κανόνων περιορισμού του `cnf` αρχείου υπάρχουν λογικές τιμές ανάθεσης που να ικανοποιούνται οι κανόνες περιορισμού αυτοί. Δηλαδή με βάση τη λογική που δώσαμε το `SATISFIABLE` μας ενημερώνει πως εντοπίστηκε ευσταθές σύνολο μέσα στο διπολικό γράφο. Η λέξη `NOT SATISFIABLE` μας ενημερώνει πως δεν μπορούν να ικανοποιηθούν οι κανόνες περιορισμού άρα δεν υπάρχει ευσταθές σύνολο στο διπολικό γράφο.

Στην δεύτερη γραμμή μετά την μεταβλητή v παρουσιάζονται οι κόμβοι του γράφου και η τιμή που ανατέθηκε σε κάθε μεταβλητή(κόμβο). Οι μεταβλητές οι οποίες έχουν το σύμβολο «-» μπροστά είναι οι μεταβλητές που παίρνουν την τιμή FALSE ενώ οι μεταβλητές που παρουσιάζονται χωρίς το σύμβολο παίρνουν την τιμή TRUE. **Οι μεταβλητές με την ανάθεση τιμής TRUE είναι οι κόμβοι που ανήκουν στο ευσταθές σύνολο.** Δηλαδή στο παράδειγμα μας οι κόμβοι που ανήκουν στο ευσταθές σύνολο είναι οι 2, 4, 7 και 8 δηλαδή οι B, D, H και G αντίστοιχα.

Στην συνέχεια για ευκολία αναγνώρισης των κόμβων του ευσταθές συνόλου έχουμε δημιουργήσει την κλάση Decode η οποία διαβάζει το αρχείο out.txt και εκτυπώνει καταρχάς εάν υπάρχει ευσταθές σύνολο ή όχι και αν υπάρχει εκτυπώνει τους κόμβους του ευσταθές συνόλου. Το αποτέλεσμα για το παράδειγμα μας έχει την εξής μορφή:

```
The graph contains stable extension!  
  
The nodes that included in the stable extension are:  
  
2, 4, 7, 8,
```

Κεφάλαιο 5 Πειραματική μελέτη Διπολικών Γράφων

Στο υπό-κεφάλαιο αυτό θα μελετήσουμε κάποια στατιστικά στοιχεία του προγράμματος. Θα δούμε στην ουσία τον χρόνο εκτέλεσης του προγράμματος αναλόγως του αριθμού των κόμβων, αλλά και αναλόγως τού συνόλου των ακμών, πόσο πυκνός ή αραιός είναι ο γράφος.

5.1 Πίνακας 5.1 Στοιχεία διπολικού γράφου 5 κόμβων

A/A	Παράδειγμα εκτέλεσης	Nodes	Density	Edges	Time
1	Give the number of the nodes: 5 Give the density of the graph. Between 0-1: 0.1 Number of the edges are: 1 Time: 3620	5	0.1	1	3620
2	Give the number of the nodes: 5 Give the density of the graph. Between 0-1: 0.5 Number of the edges are: 5 Time: 5180	5	0.5	5	5180
3	Give the number of the nodes: 5 Give the density of the graph. Between 0-1: 0.9 Number of the edges are: 9 Time: 8944	5	0.9	9	8944

Παρατηρήσεις:

Στο παράδειγμα μας με την εκτέλεση τυχαίου διπολικού γράφου 5 κόμβων ο χρόνος για τις 3 περιπτώσεις κύλησε ομαλά. Με την αύξηση του density και με την αύξηση των ακμών του γράφου είχαμε σταδιακή αύξηση και του χρόνου εκτέλεσης. Άρα στην περίπτωση των 5 κόμβων και σχετικά στις περιπτώσεις λίγων κόμβων τα πράγματα κυλούν ομαλά.

5.2 Πίνακας 5.2 Στοιχεία διπολικού γράφου 10 κόμβων

A/A	Παράδειγμα εκτέλεσης	Nodes	Density	Edges	Time
4	Give the number of the nodes: 10 Give the density of the graph. Between 0-1: 0.1 Number of the edges are: 4 Time: 6743	10	0.1	4	6743
5	Give the number of the nodes: 10 Give the density of the graph. Between 0-1: 0.5 Number of the edges are: 22 Time: 4365	10	0.5	22	4365
6	Give the number of the nodes: 10 Give the density of the graph. Between 0-1: 0.9 Number of the edges are: 40 Time: 5484	10	0.9	40	5484

Παρατηρήσεις:

Στην περίπτωση του παραδείγματος εκτέλεσης με 10 κόμβους παρατηρούμε ένα παράξενο γεγονός. Το παράξενο γεγονός αυτό αφορά τον χρόνο εκτέλεσης του προγράμματος στις 3 περιπτώσεις. Ο χρόνος εκτέλεσης στον κόμβο με density 0.1 και μονάχα 4 ακμές ήταν ο μεγαλύτερος σε σχέση με τους γράφους με density 0.5 και 0.9 και αριθμό ακμών 22 και 40 αντίστοιχα.

Το παράδειγμα αυτό μας δείχνει ξεκάθαρα ένα σημαντικό στοιχείο. Ο χρόνος εκτέλεσης δεν αφορά μονάχα τον αριθμό των ακμών αλλά και το είδος των ακμών. Δηλαδή έχει σημασία πόσες αρνητικές και πόσες θετικές ακμές, και ακόμη σημαντικότερο πόσες επιθέσεις δημιουργούνται μέσα από τις ακμές αυτές.

5.3 Πίνακας 5.3 Στοιχεία διπολικού γράφου 20 κόμβων

A/A	Παράδειγμα εκτέλεσης	Nodes	Density	Edges	Time
7	Give the number of the nodes: 20 Give the density of the graph. Between 0-1: 0.1 Number of the edges are: 19 Time: 20422	20	0.1	19	20422
8	*** Λιγότερος χρόνος με περισσότερες ακμές Give the number of the nodes: 20 Give the density of the graph. Between 0-1: 0.5 Number of the edges are: 95 Time: 5317	20	0.5	95	5317
9	Give the number of the nodes: 20 Give the density of the graph. Between 0-1: 0.6 Number of the edges are: 114 Time: 530693	20	0.6	114	530693

Παρατηρήσεις:

Στην περίπτωση του παραδείγματος εκτέλεσης με 20 κόμβους παρατηρούμε να συμβαίνει παρόμοιο γεγονός. Ο χρόνος εκτέλεσης στον κόμβο με density 0.1 και 19 ακμές είναι κατά πολύ μεγαλύτερος σε σχέση με τον γράφο με density 0.5 και 95 ακμές όπου ο χρόνος ήταν μόλις 5317 δηλαδή κατά 4 φορές μικρότερος.

Μεγάλη διαφορά χρόνου βλέπουμε στην εκτέλεση 9 με το density να ανεβαίνει μόλις 0.1 και επιπλέον 19 ακμές σε σχέση με την εκτέλεση 8 όμως ο χρόνος εκτέλεσης να γίνεται κατά περίπου 1000 φορές μεγαλύτερος.

Το παράδειγμα αυτό αποτελεί απόδειξη της προηγούμενης μας παρατήρησης. Δηλαδή ότι ο χρόνος εκτέλεσης έχει αποκλειστική σχέση με τον αριθμό των επιθέσεων που σχηματίζονται μέσα στο γράφο μας αναλόγως του είδος των ακμών που έχουμε.

5.4 Πίνακας 5.4 Στοιχεία διπολικού γράφου 30 και 40 κόμβων

A/A	Παράδειγμα εκτέλεσης	Nodes	Density	Edges	Time
10	Give the number of the nodes: 30 Give the density of the graph. Between 0-1: 0.1 Number of the edges are: 43 Time: 9547	30	0.1	43	9547
11	Give the number of the nodes: 30 Give the density of the graph. Between 0-1: 0.3 Number of the edges are: 130 Time: 11725	30	0.3	130	11725
12	Give the number of the nodes: 40 Give the density of the graph. Between 0-1: 0.1 Number of the edges are: 78 Time: 14369	40	0.1	78	14369
13	Give the number of the nodes: 40 Give the density of the graph. Between 0-1: 0.2 Number of the edges are: 156 Time: 6214	40	0.2	156	6214

Παρατηρήσεις:

Στον πιο πάνω πίνακα συμπεριλαμβάνονται 2 παραδείγματα για κάθε γράφο με 30 και 40 κόμβους αντίστοιχα. Σκοπός μας είναι να συσχετίσουμε κυρίως τον χρόνο εκτέλεσης με τον αριθμό των κόμβων παρά με τις ακμές. Εδώ έχουμε να κάνουμε 2 παρατηρήσεις.

1. Η πρώτη παρατήρηση είναι πως στα παραδείγματα εκτέλεσης 11 και 12 βλέπουμε πώς όταν αυξήσαμε τους κόμβους σε 40, παρότι οι ακμές του γράφου ήταν λιγότερες σε σχέση με το παράδειγμα 11 ο χρόνος αυξήθηκε. Άρα βλέπουμε να υπάρχει μια αύξηση στο χρόνο ανάλογα με την αύξηση των κόμβων.
2. Η πιο σημαντική παρατήρηση όμως στον πιο πάνω πίνακα, που έρχεται σε αντίθεση με την παρατήρηση 1. είναι το παράδειγμα εκτέλεσης 13. Παρότι έχει τους περισσότερους κόμβους και τις περισσότερες ακμές είχε τον λιγότερο χρόνο εκτέλεσης. Σε σύγκριση με το παράδειγμα 12 είχε τους ίδιους κόμβους και περίπου διπλάσιο αριθμό ακμών όμως έκανε λιγότερο από το μισό του χρόνο. Σε σύγκριση με το παράδειγμα 11 είχε περισσότερους κόμβους όμως μικρή διαφορά στον αριθμό ακμών όμως και πάλι έκανε το μισό του χρόνο. Ακόμη πιο παράξενο γεγονός η σύγκριση με το παράδειγμα 10 όπου παρόλο που είχε πιο λίγους κόμβους αλλά και το $\frac{1}{4}$ των ακμών που είχε ο γράφος στο παράδειγμα 13 έκανε περισσότερο χρόνο.

Με τις πιο πάνω παρατηρήσεις που είδαμε με την αύξηση των κόμβων αλλά και τη σχέση των ακμών θα προχωρήσουμε σε ακόμη μερικά παραδείγματα γράφων με περισσότερους κόμβους. Τα παραδείγματα μας αυτά θα είναι γράφοι μεγαλύτεροι των 50 κόμβων, θα δούμε αν ισχύουν οι παρατηρήσεις που κάναμε προηγουμένους και θα συγκρίνουμε τα αποτελέσματα μας με τους προηγούμενους μικρότερους γράφους.

Τέλος θα προχωρήσουμε στις τελικές μας διαπιστώσεις και συμπεράσματα.

5.5 Πίνακας 5.5 Στοιχεία διπολικού γράφου μεγαλύτερα των 50 κόμβων

A/A	Παράδειγμα εκτέλεσης	Nodes	Density	Edges	Time
14	Give the number of the nodes: 50 Give the density of the graph. Between 0-1: 0.1 Number of the edges are: 122 Time: 6579	50	0.1	122	6579
15	Give the number of the nodes: 60 Give the density of the graph. Between 0-1: 0.1 Number of the edges are: 177 Time: 12159	60	0.1	177	12159
16	Give the number of the nodes: 67 Give the density of the graph. Between 0-1: 0.1 Number of the edges are: 221 221 Time: 8143	67	0.1	221	8143
17	Give the number of the nodes: 69 Give the density of the graph. Between 0-1: 0.1 Number of the edges are: 234 234 Time: 57608	69	0.1	234	57608

Παρατηρήσεις:

Η παρατήρηση μας για το είδος των ακμών και των σχέσεων που δημιουργούν εξακολουθεί να ισχύει. Το γεγονός αυτό ενισχύεται ακόμη περισσότερο όσο προχωράμε με τα παραδείγματα εκτέλεσης και την αύξηση κόμβων και ακμών αντίστοιχα. Εύκολα μπορούμε να παρατηρήσουμε τον χρόνο εκτέλεσης του παραδείγματος 16 όπου με 67 κόμβους και 221 ακμές έχει χρόνο 8143, πολύ μικρότερος από παραδείγματα εκτέλεσης με λιγότερους κόμβους και ακμές όπως για παράδειγμα το 7 με 20 κόμβους και μόλις 19 ακμές με χρόνο 20422.

5.6 Πίνακας 5.6 Στοιχεία διπολικού γράφου μεγαλύτερου των 70 κόμβων

A/A	Παράδειγμα εκτέλεσης	Nodes	Density	Edges	Time
18	Give the number of the nodes: 70 Give the density of the graph. Between 0-1: 0.1 Number of the edges are: 241 Time: 22893	70	0.1	241	22893
19	Give the number of the nodes: 72 Give the density of the graph. Between 0-1: 0.1 Number of the edges are: 255 Time: 478042	72	0.1	255	478042
20	Give the number of the nodes: 75 Give the density of the graph. Between 0-1: 0.1 Number of the edges are: 277 Time: 62884	75	0.1	277	62884

Παρατηρήσεις:

Όσο μεγαλώνουν ο αριθμός των κόμβων και των ακμών βλέπουμε μια μεγάλη αύξηση στο χρόνο εκτέλεσης του προγράμματος. Αυτό οφείλεται βέβαια κυρίως στις δαπανηρές διαδικασίες εντοπισμού των επιθέσεων του γράφου αλλά επίσης και στην διαδικασία δημιουργίας του αρχείου με τους κανόνες περιορισμού. Αξίζει να σημειωθεί στο σημείο αυτό πως στο παράδειγμα εκτέλεσης 20 το cnf αρχείο περιείχε 3.648.831 γραμμές κανόνων περιορισμού.

5.7 Γενικές παρατηρήσεις και διαπιστώσεις

Μέσα από τα 20 παραδείγματα εκτέλεσης που είδαμε μπορέσαμε να εκλάβουμε αρκετά συμπεράσματα και να παρατηρήσουμε τον χρόνο εκτέλεσης του προγράμματος σε σύγκριση με τον αριθμό των κόμβων αλλά και ακμών.

Όπως αναφέραμε και σε προηγούμενα κεφάλαια ο εντοπισμός των επιθέσεων σε ένα διπολικό γράφο είναι μια δαπανηρή διαδικασία. Η χρήση αναδρομικού τρόπου εντοπισμού των σχέσεων αυτών (όπου μια σχέση μπορεί να αποτελείτε από πάρα πολλές ακμές συνδεδεμένες μεταξύ τους), ο εντοπισμός όλων αυτών των σχέσεων, η αποθήκευση τους με την χρήση και δημιουργία πολλαπλών δομών δεδομένων αλλά και τέλος η καταγραφή τους αποτελούν ένα συνδυασμό αρκετά δαπανηρής διαδικασίας.

Η βασική μας παρατήρηση αφορά ακριβώς την πιο πάνω αναφορά. Είδαμε σε αρκετά παραδείγματα να συμβαίνει ένα παράξενο γεγονός. Ενώ ένας γράφος είχε αρκετά περισσότερους κόμβους και ακμές έκανε πολύ λιγότερο χρόνο από άλλα παραδείγματα με λιγότερους κόμβους. Αυτό μας οδηγεί στην εξής διαπίστωση:

5.7.1 Διαπίστωση 1:

Ο χρόνος δεν έχει τόσο ιδιαίτερη σχέση με τον αριθμό των κόμβων ή των ακμών αλλά με το **είδος** των ακμών. Δηλαδή με τις ακμές που περιέχει ένας γράφος αυτό που επηρεάζει τον χρόνο εκτέλεσης είναι ο αριθμός των σχέσεων-επιθέσεων που έχουν δημιουργηθεί.

Με απλά λόγια ένας γράφος μπορεί να περιέχει περισσότερες ακμές από ένα άλλο όμως ο γράφος με τις λιγότερες ακμές να έχει περισσότερες σχέσεις επίθεσης. Έτσι ο χρόνος για εντοπισμό και καταγραφή των σχέσεων γίνεται όλο και μεγαλύτερος.

Η Διαπίστωση αυτή φαίνεται και στον πιο κάτω συνοπτικό πίνακα με κάποια από τα παραδείγματα εκτέλεσης που φαίνεται ξεκάθαρα ο χρόνος εκτέλεσης σε σύγκριση με των αριθμών των κόμβων και των ακμών. Δίπλα από κάθε παράδειγμα υπάρχει μια σύντομη αναφορά που σχετίζεται με το φαινόμενο αυτό.

Πίνακας 5.7 Συνοπτικός Πίνακας εκτελέσεων

A/A	Nodes	Density	Edges	Time	Notes
4	10	0.1	4	6743	Αρκετός χρόνος σε σύγκριση με τα παραδείγματα εκτελέσεις 7,13,14,16
6	20	0.1	19	20422	Αρκετός χρόνος σε σύγκριση με τα παραδείγματα εκτελέσεις 13,14,16
7	20	0.5	95	5317	Πολύ λίγος ο χρόνος εκτέλεσης σε σύγκριση με τα παραδείγματα 6 και κυρίως το 4
8	20	0.6	114	530693	Εδώ βλέπουμε ένα τεράστιο χρόνο σε σύγκριση με παραδείγματα με περισσότερες ακμές όπως το 13,14,16,19,20
13	40	0.2	156	6214	Πολύ λίγος ο χρόνος εκτέλεσης σε σύγκριση με τα παραδείγματα 6 και 8
14	50	0.1	122	6579	Πολύ λίγος ο χρόνος εκτέλεσης σε σύγκριση με τα παραδείγματα 4,6 και 8
16	67	0.1	221	8143	Πολύ λίγος ο χρόνος εκτέλεσης σε σύγκριση με το παράδειγμα 8 όπου έχουμε διπλάσιο αριθμό ακμών
19	72	0.1	255	478042	Αρκετός χρόνος, όμως πολύ καλύτερος σε σχέση με το παράδειγμα 8 αφού εδώ έχουμε διπλάσιο αριθμό ακμών
20	75	0.1	277	62884	Ένας πάρα πολύ καλός χρόνος σε σχέση με το παράδειγμα 8 αλλά και 19 αφού έχουν πολύ λίγες ακμές διαφορά και μεγάλη διαφορά στο χρόνο

5.7.2 Διαπίστωση 2:

Η δεύτερη διαπίστωση ή καλύτερα προβληματισμός σχετίζεται σε κάποιο βαθμό με την Διαπίστωση 1 και αφορά πάλι τις ακμές του γράφου. Στο πρόγραμμα μας οι ακμές του γράφου παράγονται εντελώς τυχαία. Αυτό που μπορούμε να ελέγχουμε και να μετατρέψουμε είναι η συχνότητα εμφάνισης κάθε είδους ακμής στο διπολικό γράφο. Μέχρι τώρα η επιλογή συχνότητας ακμών είχε την εξής μορφή:

- Αρνητικές ακμές (-1) 33.33%
- Θετικές ακμές (1) 33.33%
- Να μην υπάρχει ακμή (0) 33.33%

Θεωρείτε πολύ χρήσιμο να ενσωματώσουμε στο πρόγραμμα την επιλογή του ποσοστού συχνότητας κάθε είδους ακμής. Αυτό θα μας βοηθήσει να μελετήσουμε τους χρόνους εκτέλεσης σε σχέση με την εμφάνιση κάθε είδους ακμής.

Αυτό γίνεται αυξομειώνοντας τις διάφορες επιθέσεις και παρατηρώντας ταυτόχρονα τον χρόνο εκτέλεσης.

Έτσι με την πιο πάνω διαπίστωση θα προσθέσουμε στο πρόγραμμα μας την δυνατότητα να μπορεί ο χρήστης να επιλέγει το ποσοστό εμφάνισης κάθε ακμής.

Θα τρέξουμε επιπλέον παραδείγματα με αλλαγές στα ποσοστά εμφάνισης των ακμών καταλήγοντας σε κάποια συμπεράσματα βλέποντας ταυτόχρονα κατά πόσο ισχύει η διαπίστωση μας σχετικά με τις επιθέσεις που σχηματίζονται σε ένα γράφο.

5.8 Παραδείγματα με επιλογή ποσοστού εμφάνισης ακμών

Η νέα προσθήκη του προγράμματος είναι η δυνατότητα επιλογής ανάλογα με την πυκνότητα του γράφου, το ποσοστό εμφάνισης τόσο το θετικών όσο και των αρνητικών ακμών. Η προσθήκη αυτή θα μας βοηθήσει να δούμε τον χρόνο εκτέλεσης αναλόγως εμφάνισης κάποιων ακμών.

Η νέα είσοδος του προγράμματος μας έχει την εξής μορφή:

```
Give the number of the nodes:  
50  
Give the density of the graph. Between 0-1:  
0.3  
Give the percentage of negative edges Between 0-100:  
40  
Give the percentage of positive edges Between 0-60 :  
10
```

Μπορούμε επίσης να βλέπουμε τον αριθμό των θετικών και αρνητικών ακμών που έχουμε στο διπολικό μας γράφο.

```
Number of positive edges: 37  
Number of negative edges 147  
Total number of edges are: 184
```

Αφού είδαμε την καινούργια μας προσθήκη θα τρέξουμε τώρα μερικά παραδείγματα και θα καταγράψουμε τις παρατηρήσεις και τα συμπεράσματα μας.

Η δομή που θα ακολουθήσουμε θα είναι της ίδιας μορφής με τις προηγούμενες μας μετρήσεις δηλαδή θα αναγράφουμε μέσα σε πίνακα τα παραδείγματα εκτέλεσης ώστε να μπορούμε πιο εύκολα να έχουμε μαζεμένα τα στοιχεία μας και να καταλήγουμε πιο εύκολα στις παρατηρήσεις και τα συμπεράσματα μας.

5.8.1 Πίνακας 5.8 Στοιχεία διπολικού γράφου με 20 κόμβους

A/A	Nodes	Density	Positive Edges (%)	Negative Edges (%)	Positive Edges	Negative Edges	Time
1	20	0.1	20	40	4	8	18051
2	20	0.1	40	20	8	4	15170
3	20	0.1	80	10	15	2	15533
4	20	0.1	10	80	2	15	15757
5	20	0.5	40	20	38	19	14080
6	20	0.5	20	40	19	38	18559
7	20	0.6	50	10	57	11	17853
8	20	0.6	10	50	11	57	7564
9	20	0.7	50	10	67	13	191085
10	20	0.7	10	50	13	67	9498

Παρατηρήσεις:

Ως πρώτη παρατήρηση θα γίνει αναφορά στο γεγονός ότι μέχρι το παράδειγμα 6 λόγω του χαμηλού αριθμού ακμών όση αύξηση και αν είχαμε είτε στις θετικές ακμές είτε στις αρνητικές ο χρόνος εκτέλεσης ήταν περίπου ο ίδιος

Αυτό που παρατηρήθηκε έντονα και αξίζει να σημειωθεί είναι με τα παραδείγματα 7,8,9 και 10. Στα παραδείγματα αυτά με την αύξηση του density και συνάμα των αριθμό των ακμών βλέπουμε να συμβαίνει μεγάλη αύξηση του χρόνου σε κάποιες περιπτώσεις και μεγάλη μείωση σε άλλες περιπτώσεις.

Η αύξηση του χρόνου παρατηρείται όταν δώσουμε περισσότερο ποσοστό στις θετικές ακμές και χαμηλό ποσοστό στις αρνητικές.

Ενώ σημαντική μείωση του χρόνου βλέπουμε όταν συμβαίνει ακριβώς το αντίθετο, δηλαδή όταν δώσουμε περισσότερο ποσοστό στις αρνητικές ακμές και χαμηλό ποσοστό στις θετικές.

Έχοντας στο μυαλό μας την παρατήρηση αυτή θα προχωρήσουμε σε παραδείγματα με μεγαλύτερο αριθμό κόμβων και ακμών ώστε να δούμε εάν το φαινόμενο αυτό γίνεται πιο έντονο σε μεγαλύτερους γράφους καταγράφοντας στο τέλος τα συμπεράσματα μας.

5.8.2 Πίνακας 5.9 Στοιχεία διπολικών γραφών μεγαλύτερων των 30 κόμβων

A/A	Nodes	Density	Positive Edges (%)	Negative Edges (%)	Positive Edges	Negative Edges	Time
11	30	0.2	80	10	70	9	26358
12	30	0.2	10	80	9	70	9325
13	40	0.3	40	10	94	23	77268
14	40	0.3	10	40	23	94	11176
15	50	0.2	40	10	98	25	14080
16	50	0.2	10	40	25	98	10019
17	60	0.2	30	10	106	35	18293
18	60	0.2	30	10	35	106	11966
19	70	0.2	22	10	106	48	16512
20	70	0.2	10	22	48	106	8967
21	80	0.2	22	10	139	63	15584
22	80	0.2	10	22	63	139	8698
23	90	0.1	35	10	140	40	85226
24	90	0.1	10	35	40	140	8586

Παρατηρήσεις:

Μία σημαντική παρατήρηση που πρέπει να σημειωθεί στο σημείο αυτό είναι πως με την μέθοδο επιλογής ποσοστού εμφάνισης ακμής καταγράφουμε χρόνους με πολύ μεγαλύτερο αριθμό κόμβων σε σχέση με τους γράφους που είχαμε με την προηγούμενη μέθοδο. Για τον λόγο αυτό πρώτου προχωρήσουμε στις τελικές μας διαπιστώσεις και παρατηρήσεις θα τρέξουμε ακόμη μερικά παραδείγματα με μεγαλύτερο αριθμό κόμβων τα οποία θα παρουσιάσουμε στους δύο πιο κάτω πίνακες.

5.8.3 Πίνακας 5.10 Στοιχεία διπολικών γράφων μέχρι 150 κόμβων

A/A	Nodes	Density	Positive Edges (%)	Negative Edges (%)	Positive Edges	Negative Edges	Time
25	100	0.1	30	10	149	50	68984
26	100	0.1	10	30	50	149	10201
27	110	0.1	30	10	180	60	52452
28	110	0.1	10	30	60	180	11526
29	120	0.1	20	10	143	71	12131
30	120	0.1	10	20	71	143	10561
31	130	0.1	20	10	168	84	13740
32	130	0.1	10	20	84	168	10747
33	140	0.1	15	10	146	97	17419
34	140	0.1	10	15	97	146	11030
35	150	0.1	15	10	168	112	11473
36	150	0.1	10	15	112	168	8360

Πριν δούμε και αναλύσουμε και αναφέρουμε τις τελικές μας παρατηρήσεις, λόγω των χαμηλών χρόνων που έχουμε στις περιπτώσεις όπου το ποσοστό των αρνητικών ακμών είναι μεγαλύτερο του ποσοστού των θετικών θα τρέξουμε ακόμη μερικά παραδείγματα όπου θα ισχύει η σύγκριση των ποσοστών αυτών. Με αυτό τον τρόπο έχουμε την ευκαιρία να τρέξουμε παραδείγματα σε μεγαλύτερους γράφους παρακολουθώντας ταυτόχρονα το χρόνο εκτέλεσης σε σχέση και με τον αριθμό των κόμβων.

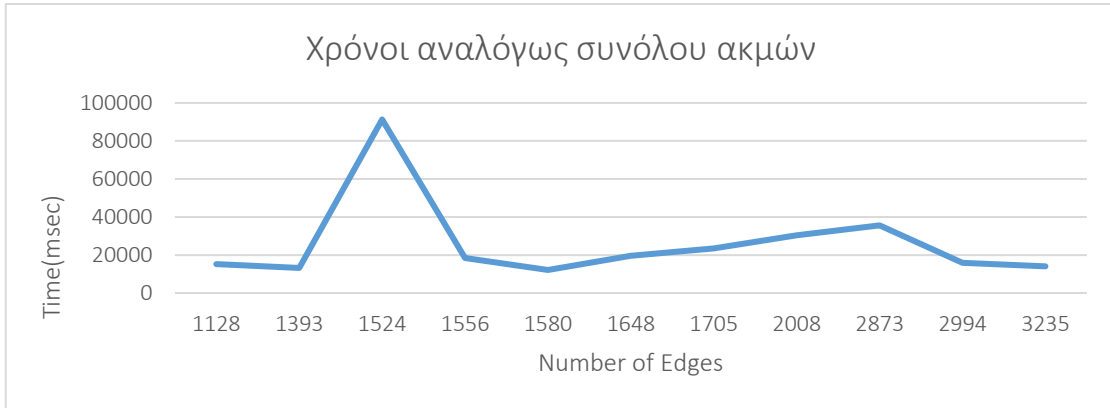
5.8.4 Πίνακας 5.11 Στοιχεία διπολικών γράφων μέχρι 600 κόμβων

A/A	Nodes	Density	Positive Edges (%)	Negative Edges (%)	Positive Edges	Negative Edges	Time
37	180	0.1	10	60	161	967	15148
38	200	0.1	10	60	199	1194	13133
39	230	0.1	10	50	263	1317	12131
40	250	0.1	10	40	311	1245	18472
41	280	0.1	8	30	352	1172	91295
42	300	0.1	8	30	359	1346	23403
43	330	0.1	7	30	380	1628	30311
44	350	0.1	7	20	427	1221	19555
45	400	0.1	6	30	479	2394	35618
46	500	0.1	4	20	499	2495	15872
47	600	0.1	3	15	539	2696	13953

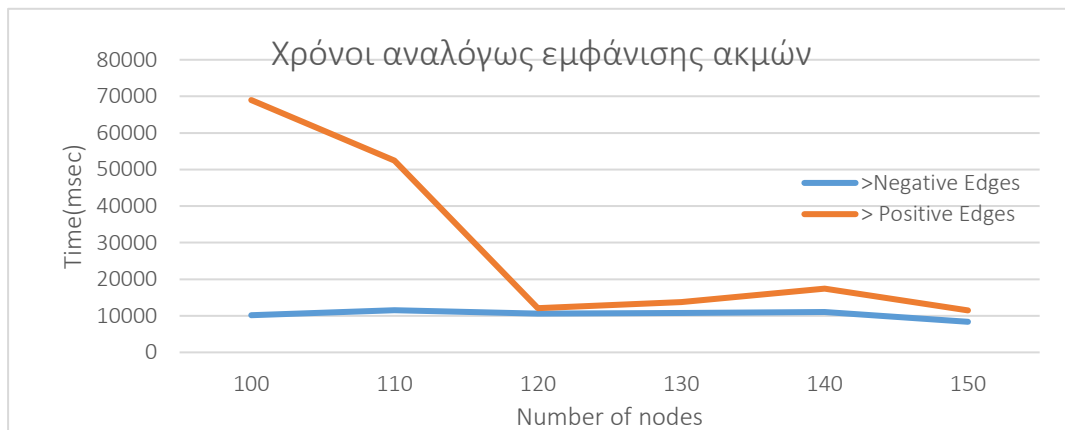
Παρατηρήσεις:

Με μικρό ποσοστό θετικών ακμών και μεγάλο ποσοστό αρνητικών ακμών καταφέρνουμε να τρέξουμε γράφους με πολύ μεγάλο αριθμό κόμβων και ακμών. Σημαντική παρατήρηση κάνει το γεγονός πως μεγαλώνοντας το μέγεθος μεταξύ των ποσοστών αυτών παίρνουμε πολύ καλούς χρόνους μέσα σε πολύ μεγάλους γράφους.

5.9 Γραφικές Παραστάσεις.



Σημαντική παρατήρηση στην εκτέλεση διπολικού γράφου με 1524 ακμές όπου βλέπουμε ένα τεράστιο χρόνο εκτέλεσης γύρω στα 90000 msec. Μεγάλη διαφορά σε σχέση με την εκτέλεση του γράφου μας με 3235 ακμές και χρόνο λιγότερο των 20000 msec. Βλέπουμε πως άσχετα με τον αριθμό των κόμβων έχουμε σημαντικές αυξομειώσεις στον χρόνο εκτέλεσης. Οπότε αυτό που έχει σημασία όπως φαίνεται και μέσω της γραφικής είναι οι διάφορες σχέσεις που δημιουργούνται.



Η γραφική παράσταση πιο πάνω παρουσιάζει εκτελέσεις διπολικών γράφων οι οποίοι έχουν την ίδια ακριβώς πυκνότητα (density), τον ίδιο αριθμό κόμβων, ίδιο αριθμό ακμών αλλά για κάθε εκτέλεση αντιστρέψαμε τις πιθανότητες εμφάνισης των θετικών και αρνητικών ακμών. Τα στοιχεία αυτά πάρθηκαν από τον πίνακα 4.12.

Αυτό που συμπεραίνουμε και φαίνεται καθαρά στην πιο πάνω γραφική παράσταση είναι πως στις περιπτώσεις όπου το ποσοστό των θετικών ακμών ήταν μεγαλύτερο έναντι των αρνητικών είχαμε μεγαλύτερους χρόνους σε σύγκρισή με τις εκτελέσεις όταν αντιστρέψαμε τα ποσοστά. Αυτό συμβαίνει λόγω της δημιουργίας αρκετών επιθέσεων (supported-indirect defeat) στο γράφο.

5.10 Τελικές διαπιστώσεις – παρατηρήσεις.

Όπως διαφαίνεται και μέσα από τους πιο πάνω πίνακες αλλά και μέσα από τις γραφικές παραστάσεις η διαπίστωση που κάναμε (5.7.2 Διαπίστωση 2) για προσθήκη της επιλογής ποσοστού εμφάνισης ακμών βοήθησε ώστε να επαληθεύσουμε τις προηγούμενες παρατηρήσεις σχετικά με την αύξηση και μείωση του χρόνου ανάλογα της αυξομείωσης των θετικών και αρνητικών ακμών .

Επιπρόσθετα μας βοήθησε σε μεγάλο βαθμό ώστε να επιβεβαιώσουμε την αρχική μας διαπίστωση (5.7.1 Διαπίστωση 1) όπου κάναμε αναφορά για την ποιότητα των ακμών, δηλαδή των σχέσεων επίθεσης που σχηματίζονται στο γράφο.

Όπως εύκολα μπορούμε να παρατηρήσουμε μέσα και από τους δύο πίνακες 4.10 και 4.11 αντίστοιχα και ακολούθως από τις γραφικές παραστάσεις όταν δίναμε ένα διπολικό γράφο για εκτέλεση με ίδιο αριθμό κόμβων, ίδια πυκνότητα, ίδιο αριθμό ακμών αλλά ξεχωριστό ποσοστό εμφάνισης θετικών και αρνητικών ακμών έχουμε μεγάλη διαφορά στον χρόνο εκτέλεσης.

Στην περίπτωση όπου είχαμε χαμηλό ποσοστό αρνητικών ακμών μαζί με υψηλό ποσοστό θετικών ακμών είχαμε πολύ μεγαλύτερους χρόνους παρά στην περίπτωση που δίναμε υψηλό ποσοστό αρνητικών ακμών μαζί με χαμηλό ποσοστό θετικών ακμών.

Αυτό συμβαίνει για τον εξής απλό λόγο:

Όπως έχει αναφερθεί αρκετές φορές προηγούμενος η εύρεση των επιθέσεων σε ένα διπολικό γράφο είναι αρκετά δαπανηρή εργασία. Αυτό συμβαίνει λόγω της αναδρομής που χρησιμοποιούμε ώστε να εντοπίζουμε όλες τις έμμεσες και υποστηριζόμενες επιθέσεις. Όπως εξηγήσαμε οι επιθέσεις αυτές στην αλυσίδα τους περιέχουν μονάχα μία αρνητική ακμή και οι υπόλοιπες είναι θετικές ακμές. Οι υποστηριζόμενες επιθέσεις ξεκινούν με ακμές υποστήριξης(θετικές) και ολοκληρώνονται με ακμή επίθεσης(αρνητική), ενώ οι έμμεσες επιθέσεις αντίστοιχα ξεκινούν με ακμή επίθεσης(αρνητική) και ολοκληρώνονται με ακμές υποστήριξης(θετικές).

Δηλαδή με λίγες αρνητικές ακμές και πολλές θετικές ακμές είναι ικανό να δημιουργηθούν πλειάδα υποστηριζόμενων και έμμεσων επιθέσεων όπου η διαδικασία εύρεσης τους και καταγραφής τους να κάνει τον χρόνο εκτέλεσης μεγαλύτερο.

Ακριβώς για αυτό τον λόγο όταν δίνουμε περισσότερες αρνητικές ακμές και λιγότερες θετικές δεν δημιουργούνται στον γράφο πολλές έμμεσες και υποστηριζόμενες επιθέσεις με αποτέλεσμα να έχουμε λιγότερο χρόνο εκτέλεσης.

Οι πιο πάνω διαπιστώσεις επιβεβαιώνουν την αρχική μας παρατήρηση καταλήγοντας στο εξής συμπέρασμα:

<<Ο χρόνος εκτέλεσης έχει εν μέρει σχέση με τον αριθμό των κόμβων και των ακμών, αλλά αυτό που επηρεάζει ιδιαίτερα τον χρόνο εκτέλεσης είναι η ποιότητα των ακμών. Δηλαδή τα είδη των ακμών και πόσες επιθέσεις δημιουργούνται στον γράφο από τις ακμές αυτές.>>

Κεφάλαιο 6 Θεωρία με μόνο αρνητικές ακμές

6.1 Εισαγωγή: Βασική Ιδέα Θεωρίας

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναλύσουμε μια μέθοδο που αφορά την μετατροπή ενός διπολικού γράφου με θετικές και αρνητικές ακμές σε μια θεωρία με μόνο αρνητικές ακμές. Δηλαδή, παίρνοντας ένα διπολικό γράφο ως είσοδο, με ένα σύνολο μετατροπών να απαλείφουμε τις σχέσεις υποστήριξης και μέσω μιας λογικής να μετατρέπουμε το σύνολο των σχέσεων μόνο με ακμές επίθεσης.

Είναι μια λογική η οποία λόγω της ιδιομορφίας των διπολικών γράφων και των ιδιαίτερων σχέσεων που αναπτύσσονται μεταξύ των επιχειρημάτων καθιστά την ιδέα της μετατροπής σε μια θεωρία με ένα μεγάλο φάσμα ιδεών και προβληματισμών.

Μέσα από το κεφάλαιο αυτό θα περιγράψουμε ένα νέο τρόπο σκέψης με βάση την δική μας αντίληψη, του τρόπου που ενεργούν με βάση το σύνολο των σχέσεων που περιέχονται στο διπολικό πλαίσιο επιχειρηματολογίας, φτάνοντας έτσι σε μια νέα μέθοδο μετατροπής.

Η ιδέα αυτή της μετατροπής θα αναλυθεί στην συνέχεια του κεφαλαίου ακολουθώντας παρόμοια δομή με το προηγούμενο κεφάλαιο. Θα γίνει αναφορά στον σύνολο των μετατροπών που θα ακολουθήσουμε, στους κανόνες περιορισμού που καταλήξαμε, θα δούμε επίσης ένα παράδειγμα μετατροπής σε εκτέλεση, καταλήγοντας σε κάποια στοιχεία σύγκρισης του γράφου πριν και μετά την μετατροπή.

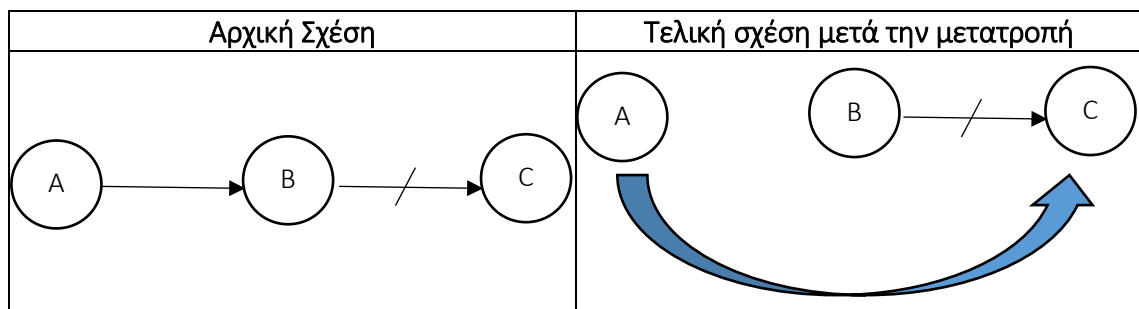
6.2 Ιδέα μετατροπής σχέσεων σε μόνο αρνητικές ακμές

Στο υπό-κεφάλαιο αυτό θα μελετήσουμε τις διάφορες σχέσεις που αναπτύσσονται στο διπολικό γράφο και πώς η κάθε μία ξεχωριστά μετατρέπεται στη λογική με μόνο αρνητικές ακμές. Οι σχέσεις αυτές και η μετατροπή τους περιγράφεται πιο κάτω:

6.2.1 Σχέση 1 – Υποστηριζόμενη επίθεση

Η σχέση αυτή έχει να κάνει με την ιδέα της υποστηριζόμενης επίθεσης που έχουμε δει και αναλύσει σε προηγούμενο κεφάλαιο. Η σχέση αυτή ξεκινά με υποστηρίξεις και καταλήγει με ακμή επίθεσης. Όλοι οι κόμβοι οι οποίοι ακολουθούν την αλυσίδα υποστήριξης, στηρίζουν το επιχείρημα (προτελευταίο) στη σειρά που επιτίθεται του τελευταίου επιχειρήματος. Άρα με έμμεσο τρόπο τα επιχειρήματα της αλυσίδας επιτίθενται και αυτά με την σειρά τους τον τελευταίο κόμβο. Επομένως οι σχέσεις υποστήριξης στον προτελευταίο κόμβο αποτελούν στην ουσία σχέσεις επίθεσης στον τελευταίο κόμβο. Έτσι καταλήγουμε στην εξής θεωρία:

Πίνακας 6.1 Θεωρία μετατροπής για υποστηριζόμενες επιθέσεις



Υποστηριζόμενη επίθεση.

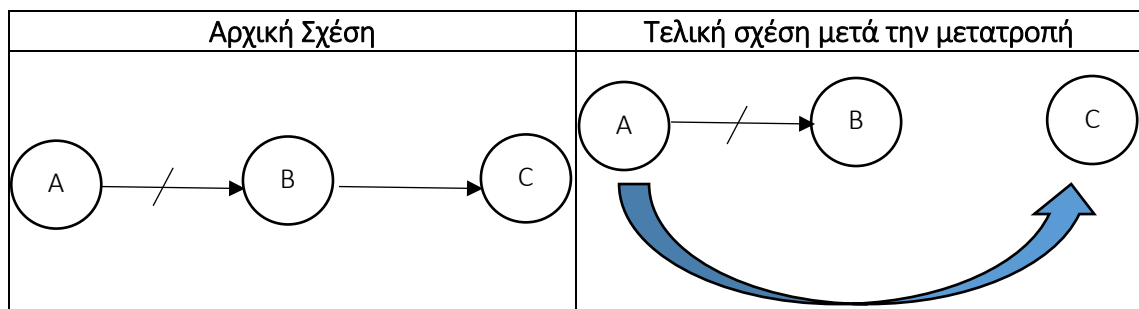
Απευθείας αρνητική ακμή από το A στο C.

Αφού το επιχείρημα B επιτίθεται στο C και το επιχείρημα A υπερασπίζεται το B τότε προσθέτουμε ακμή επίθεσης από το A στο C αφαιρώντας την ακμή υπεράσπισης του A στο B. Το ίδιο σενάριο ισχύει για όλες τις σχέσεις υπεράσπισης που βρίσκονται στην αλυσίδα.

6.2.2 Σχέση 2 – Έμμεση επίθεση

Η σχέση αυτή έχει να κάνει με την ιδέα της έμμεσης επίθεσης που έχουμε δει και αναλύσει σε προηγούμενο κεφάλαιο. Η σχέση αυτή ξεκινά με μία σχέση επίθεσης και συνεχίζει η αλυσίδα με σχέσεις υποστήριξης. Όλοι οι κόμβοι οι οποίοι ακολουθούν την αλυσίδα υποστήριξης που ξεκινά από το δεύτερο επιχειρήμα, σχηματίζουν μεταξύ τους μία αμοιβαία σχέσης αλληλοϋποστήριξης. Άρα με έμμεσο τρόπο ο πρώτος κόμβος με την άμεση επίθεση που κάνει στο δεύτερο επιχειρήμα επιτίθεται σε όλη την αλυσίδα υποστηρίξεων. Επομένως η σχέση επίθεσης από τον πρώτο στον δεύτερο κόμβο αποτελεί στην ουσία σχέσεις επίθεσης σε ολόκληρη την αλυσίδα υποστήριξης. Έτσι καταλήγουμε στην εξής θεωρία:

Πίνακας 6.2 Θεωρία μετατροπής για έμμεσες επιθέσεις



Έμμεση επίθεση.

Απευθείας αρνητική ακμή από το A στο C.

Αφού το επιχειρήμα A επιτίθεται στο B και το επιχειρήμα B υπερασπίζεται το C τότε προσθέτουμε ακμή επίθεσης από το A στο C αφαιρώντας την ακμή υπεράσπισης του B στο C. Το ίδιο σενάριο ισχύει για όλες τις σχέσεις υπεράσπισης που βρίσκονται στην αλυσίδα.

6.2.3 Σχέση 3 – Μεσολαβητική επίθεση 1

Ένα νέο είδος σχέσης που θα με μελετήσουμε είναι αυτό της μεσολαβητικής επίθεσης. Αυτό το είδος σχέσης έχει να κάνει με κάποιο κόμβο ο οποίος δέχεται ταυτόχρονα επίθεση και υποστήριξη από διαφορετικούς κόμβους. Δηλαδή συναντούμε το είδος της σχέσης αυτής όταν ένας κόμβος στον γράφο μας δέχεται ακμή υποστήριξης από κάποιο επιχείρημα και την ίδια στιγμή δέχεται επίθεση από κάποιο άλλο επιχείρημα. Η επίθεση που μπορεί να δεχτεί ο κόμβος συμπεριλαμβάνει όλα τα είδη των επιθέσεων που συναντήσαμε μέχρι στιγμής.

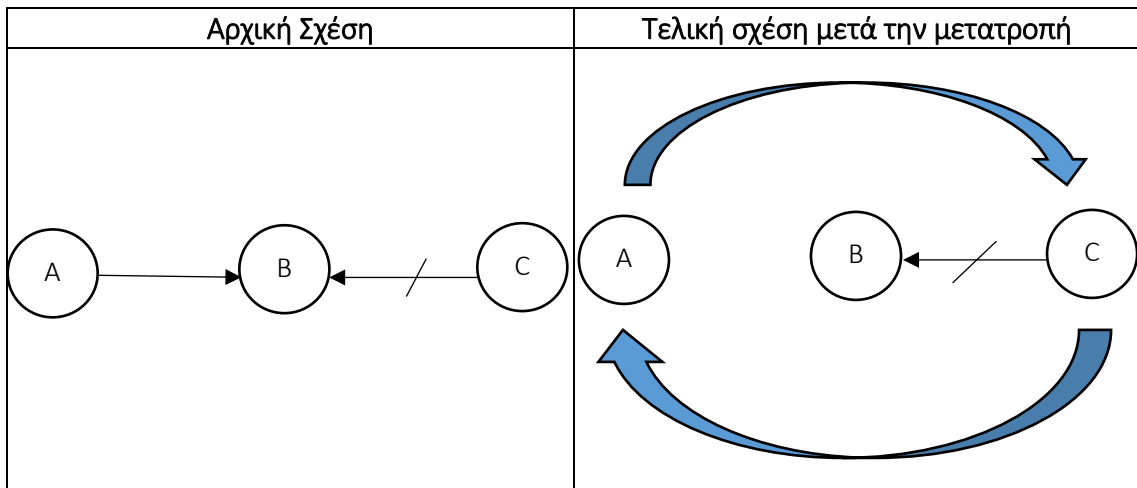
Το ερώτημα στην σχέση αυτή είναι πως θα αντιμετωπίσουμε τις σχέσεις υποστήριξης. Η ιδέα πίσω από αυτή τη σχέση είναι πως αφού ο κόμβος δέχεται επίθεση και συνάμα υπεράσπιση, αυτές οι σχέσεις υποστήριξης θα πρέπει να μεταφραστούν σε σχέσεις επίθεσης ενάντια στους κόμβους που επιτίθενται στο κόμβο που υπερασπιζόνταν. Με αυτό τον τρόπο διατηρούν το στοιχείο της υποστήριξης που είχαν στον συγκεκριμένο κόμβο αφού επιτίθενται σε όλες τις επιθέσεις που δεχόταν ο κόμβος.

Επίσης ένα παρόμοιο σενάριο με αυτό των υποστηρίξεων έχουμε και με τις επιθέσεις που δέχεται ο κόμβος. Οι κόμβοι που επιτίθενται στο κόμβο που δέχεται υποστηρίξεις για να διατηρήσουν το στοιχείο της επιθετικότητας τους οφείλουν να επιτεθούν και σε όλες τις υποστηρίξεις του. Έτσι με τον τρόπο αυτό οι κόμβοι διατηρούν την επίθεσή τους.

Επομένως βάση των πιο πάνω διαπιστώσεων που έχουμε κάνει για το είδος της σχέσης αυτής, εκεί που καταλήγουμε είναι **να έχουμε αμοιβαίες επιθέσεις μεταξύ των επιχειρημάτων που υπερασπίζονται και επιτίθενται ταυτόχρονα τον ίδιο κόμβο.**

Έτσι καταλήγουμε στην εξής θεωρία:

Πίνακας 6.3 Θεωρία μετατροπής για Μεσολαβητική επίθεση 1



Μεσολαβητική επίθεση 1.

Απευθείας αρνητική ακμή από το C στο A.

Απευθείας αρνητική ακμή από το A στο C.

Αφού το επιχείρημα C επιτίθεται στο B και το A υπερασπίζεται το B τότε για να διατηρήσει την επιθετικότητα του το επιχείρημα C προσθέτουμε ακμή που να επιτίθεται και στο A αφαιρώντας την ακμή υπεράσπισης του A στο B.

Το ίδιο σενάριο ισχύει για όλες τις σχέσεις υπεράσπισης προς το επιχείρημα B.

Επίσης αφού το επιχείρημα A υπερασπίζεται το B και το επιχείρημα C του επιτίθεται, τότε για να διατηρήσει το στοιχείο της υπεράσπισης του προς το επιχείρημα B προσθέτουμε ακμή επίθεσης από το A στο C.

Το ίδιο σενάριο ισχύει για όλες τις σχέσεις επίθεσης προς το επιχείρημα B.

6.2.4 Σχέση 4 – Μεσολαβητική επίθεση 2

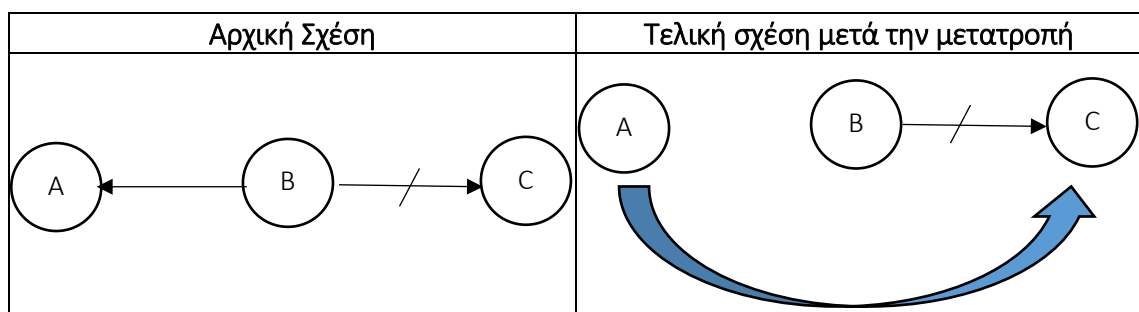
Ένα επίσης νέο είδος σχέσης που θα μελετήσουμε είναι πάλι αυτό της μεσολαβητικής επίθεσης απλά με διαφορετική μορφή. Αυτό το είδος σχέσης έχει να κάνει με κάποιο κόμβο ο οποίος τώρα υπερασπίζεται και επιτίθεται ταυτόχρονα διαφορετικούς κόμβους. Δηλαδή συναντούμε το είδος της σχέσης αυτής όταν ένας κόμβος στον γράφο μας έχει ακμή υποστήριξης προς κάποιο επιχείρημα και την ίδια στιγμή έχει ακμή επίθεσης προς κάποιο άλλο επιχείρημα. Η επίθεση που μπορεί να κάνει ο κόμβος συμπεριλαμβάνει όλα τα είδη των επιθέσεων που συναντήσαμε μέχρι στιγμής.

Ο τύπος της μεσολαβητικής επίθεσης αυτής μας έχει προβληματίσει ιδιαίτερα, ειδικά με ποιο τρόπο θα διαχειριζόμαστε τις σχέσεις επιθέσεις και υποστήριξης. Η αρχική σκέψη ήταν η εξής:

Αρχική σκέψη:

Εφόσον ένας κόμβος επιτίθεται σε κάποιον άλλο και ταυτόχρονα υπερασπίζεται κάποιον άλλο, θεωρήθηκε απαραίτητο πως ο κόμβος που δέχεται υπεράσπιση θα πρέπει να επιτίθεται στον κόμβο που επιτίθεται αυτός που τον υπερασπίζει, διαγράφοντας ταυτόχρονα την σχέση υποστήριξης. Δηλαδή έχουμε αυτήν την αναπαράσταση.

Πίνακας 6.4 Αρχική Θεωρία μετατροπής για Μεσολαβητική επίθεση 2



Μεσολαβητική επίθεση 2.

Απευθείας αρνητική ακμή από το A στο C.

Αφού το B επιτίθεται στο C και υπερασπίζεται το A τότε προσθέτουμε ακμή που να επιτίθεται το A στο C αφαιρώντας την ακμή υπεράσπισης του B στο A.

Κάθε ακμή υπεράσπισης από το B σε κάποιο κόμβο αφαιρείται και προσθέτουμε επίθεση από τον κόμβο αυτό σε κάθε κόμβο που επιτίθεται ο B.

Στην συνέχεια όμως έχουμε συμπεράνει πως εάν ένας κόμβος υπερασπίζεται κάποιον άλλο κόμβο, ο κόμβος που δέχεται την υποστήριξη του δεν έχει κάποια σχέση με την μετέπειτα δράση του κόμβου που τον υπερασπίζει. Δηλαδή (και σύμφωνα με τον πίνακα 5.4) ο κόμβος A που δέχεται υποστήριξη από τον κόμβο B δεν σημαίνει σε καμιά περίπτωση πως επειδή ο κόμβος B επιτίθεται του κόμβου C θα πρέπει να του επιτίθεται και ο κόμβος A.

Η διαπίστωση αυτή ενισχύεται και από το γεγονός ότι, υπήρχε μεγάλη πιθανότητα ο κόμβος A να υπερασπιζόταν τον κόμβο C στον γράφο. Δεν σημαίνει πως επειδή κάποιος κόμβος υποστηρίζει κάποιον άλλο ο κόμβος αυτός που δέχεται την υποστήριξη πρέπει να είναι σύμφωνος στις επιθέσεις του κόμβου που τον υποστηρίζει.

Επομένως καταλήγουμε στην εξής διαπίστωση:

Διαπίστωση: Ένα επιχείρημα που δέχεται υποστήριξη δεν το ενδιαφέρει η μετέπειτα δράση του επιχειρήματος που το υποστηρίζει.

Επομένως όπως εύκολα μπορούμε να κατανοήσουμε η σχέση υποστήριξης αυτή και συγκεκριμένα για την μετατροπή του γράφου μας με μόνο αρνητικές ακμές δεν εξυπηρετεί απολύτως σε τίποτα. Ως επακόλουθο της διαπίστωσης αυτής είναι η διαγραφή των σχέσεων υποστήριξης αυτών αφού δεν εξυπηρετούν απολύτως κανένα σκοπό όσο αφορά το ζήτημα μετατροπής του γράφου μας.

Συμπέρασμα: Μία σχέση υπεράσπισης δεν έχει κανένα νόημα εάν ο κόμβος που υπερασπίζεται δεν δέχεται επίθεση.

6.3 Υλοποίηση μετατροπής διπολικού γράφου σε γράφο με μόνο αρνητικές ακμές

Στη συνέχεια του κεφαλαίου αυτού θα δούμε και θα αναλύσουμε την διαδικασία εντοπισμού και μετατροπής των πιο πάνω σχέσεων μέσα από τους αλγόριθμους που χρησιμοποιήσαμε στο πρόγραμμα.

Αρχικά παίρνουμε ως είσοδο ένα τυχαίο διπολικό γράφο με τυχαίες ακμές, με την μέθοδο που εξηγήσαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Με την βοήθεια των αλγορίθμων εντοπισμού επιθέσεων έχουμε στην διάθεση μας το σύνολο των επιθέσεων προχωρώντας έτσι στην μετατροπή του γράφου μας όπως θα αναλυθεί πιο κάτω για κάθε σχέση ξεχωριστά

6.3.1 Αλγόριθμος μετατροπής για υποστηριζόμενες επιθέσεις

Ο αλγόριθμος αυτός είναι αρκετά απλός έχοντας βέβαια στη διάθεση μας τους αλγόριθμο εντοπισμού των υποστηριζόμενων επιθέσεων σε ένα διπολικό γράφο. Αφού λοιπόν εντοπίζουμε την αλυσίδα επίθεσης διατρέχουμε την αλυσίδα αυτή αφαιρώντας τις σχέσεις υποστήριξης. Ταυτόχρονα προσθέτουμε ακμές επίθεσης από τους κόμβους της αλυσίδας προς τον τελευταίο κόμβο. Το αν ο τελευταίος κόμβος δέχεται υποστήριξη αυτό ελέγχεται στον αλγόριθμο της τρίτης σχέσης που θα δούμε αργότερα.

Ψευδοκώδικας:

Διάτρεξε την αλυσίδα επίθεσης

Αφαίρεσε τις σχέσεις υποστήριξης

Πρόσθεσε σχέσεις επίθεσης από την αλυσίδα στον τελευταίο κόμβο

6.3.2 Αλγόριθμος μετατροπής για έμμεσες επιθέσεις

Ο αλγόριθμος αυτός με την σειρά του ακολουθεί μια παρόμοια διαδικασία κάνοντας χρήση βέβαια του αλγορίθμου εντοπισμού των έμμεσων επιθέσεων στον γράφο. Αφού λοιπόν εντοπίζουμε την αλυσίδα επίθεσης διατρέχουμε την αλυσίδα αυτή αφαιρώντας τις σχέσεις υποστήριξης. Ταυτόχρονα προσθέτουμε ακμές επίθεσης από τον πρώτο κόμβο της αλυσίδας προς όλους τους επόμενους κόμβους. Το αν κάποιος κόμβος της αλυσίδας δέχεται υποστήριξη αυτό ελέγχεται στον αλγόριθμο της τρίτης σχέσης που θα δούμε στη συνέχεια. Η διαδικασία αυτή για εντοπισμό υποστηρίξεων είναι πιο δαπανηρή για την σχέση αυτή καθώς ο έλεγχος γίνεται σε ολόκληρη την αλυσίδα που δέχεται επίθεση από τον πρώτο κόμβο, ενώ στην σχέση των υποστηριζόμενων επιθέσεων γίνεται μόνο στον τελευταίο κόμβο καθώς μόνο αυτός δέχεται επίθεση.

Ψευδοκώδικας:

Διάτρεξε την αλυσίδα επίθεσης

Αφαίρεσε τις σχέσεις υποστήριξης

Πρόσθεσε σχέσεις επίθεσης από τον πρώτο κόμβο
σε ολόκληρη την αλυσίδα

6.3.3 Αλγόριθμός μετατροπής για μεσολαβητική επίθεση

Ο αλγόριθμος της σχέσης αυτής αποτελεί μία πολύ σημαντική προσθήκη για την λογική της μετατροπής μας στη θεωρία με μόνο αρνητικές τιμές. Στον αλγόριθμο αυτό εκτός από τις επιθέσεις που δέχεται ένας κόμβος θα πρέπει να ψάξουμε και τις υποστηρίξεις που δέχεται. Αν ο κόμβος δέχεται ταυτόχρονα επιθέσεις και υποστηρίξεις, ο στόχος μας, όπως αναφέραμε και στην ανάλυση της σχέσης αυτής, είναι η διατήρηση των αρνητικών ακμών αλλά και η προσθήκη αμοιβαίων επιθέσεων μεταξύ των υποστηρίξεων και επιθέσεων του κόμβου. Επίθεση σε κόμβο βέβαια όπως είδαμε μπορεί να θεωρηθούν εκτός από τις απευθείας επιθέσεις και οι υποστηριζόμενες και έμμεσες επιθέσεις.

Για τον λόγο αυτό μας ενδιαφέρουν και αυτές οι σχέσεις επίθεσης μέσα στον αλγόριθμο μας καθώς ένας κόμβος που δέχεται υποστήριξη και επίθεση το είδος της επίθεσης που δέχεται μπορεί να είναι έμμεση ή υποστηριζόμενη.

Αφού λοιπόν μας νοιάζουν οι επιθέσεις αυτές και θα πρέπει να εντοπίζονται στη σχέση αυτή, θα ενσωματώσουμε την ιδέα των αλγορίθμων έμμεσων και υποστηριζόμενων επιθέσεων στον αλγόριθμο της μεσολαβητικής επίθεσης, όπου πλέον δεν θα εκτελούνται μόνες τους αλλά θα είναι μέρος τους αλγορίθμου αυτού.

Το τελευταίο κομμάτι σε θέμα αλγορίθμου αφορά την τελευταία μας διαπίστωση όταν εντοπίζαμε τις διάφορες σχέσεις του γράφου, η οποία αναφέρει πως εάν ένας κόμβος δέχεται υποστήριξη αλλά δεν δέχεται καμία επίθεση τότε η σχέση αυτή είναι εντελώς αχρείαστη στο γράφο μας με μόνο αρνητικές ακμές με αποτέλεσμα να διαγράφεται.

Για ευκολία υλοποίησης των πιο πάνω διαδικασιών έχουμε δημιουργήσει δύο βοηθητικές δομές δεδομένων οι οποίες κατά την εκτέλεση του διπολικού γράφου εντοπίζουν το σύνολο των επιθέσεων που δέχεται κάθε κόμβος (`attacksTableNeg`), το σύνολο των υποστηρίξεων που δέχεται ένας κόμβος (`supportTableNeg`) αλλά επίσης και αν ένας κόμβος δέχεται καθόλου επίθεση ή όχι (`receiveAttackNeg`). Οι προσθήκες αυτών των δομών ήτανε πολύ χρήσιμες ώστε να υλοποιηθεί με επιτυχία ο αλγόριθμος.

Έτσι και με βάση την τελευταία μας αναφορά μπορούμε να προχωρήσουμε στην ιδέα της υλοποίησης του αλγορίθμου μας παρουσιάζοντας την με μορφή ψευδοκώδικα.

6.3.4 Τελικός αλγόριθμός μετατροπής γράφου με μόνο αρνητικές ακμές

Ψευδοκώδικας:

Για κάθε αλυσίδα επίθεσης

Εντοπισμός και αποθήκευση επίθεσης κάθε κόμβου

Εντοπισμός και αποθήκευση υποστήριξης κάθε κόμβου

Αφαίρεση σχέσεων υποστήριξης

Για κάθε κόμβο του γράφου

Εάν δέχεται κάποια επίθεση

Για κάθε επίθεση που δέχεται

Θέσε αρνητική ακμή μεταξύ των κόμβων αυτών

Εάν ο κόμβος αυτός δέχεται υποστήριξη

Για κάθε υποστήριξη του κόμβου

Θέσε αμοιβαίες επιθέσεις μεταξύ των κόμβων που υποστηρίζουν και που επιτίθονται

Αφαίρεσε τις ακμές υποστήριξης

Αλλιώς

Εάν ο κόμβος δέχεται υποστήριξη

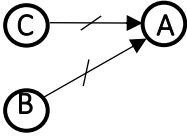
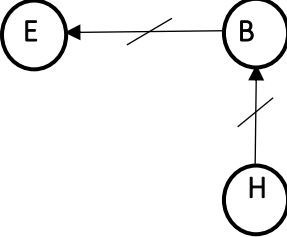
Για κάθε υποστήριξη που δέχεται

Αφαιρούμε την ακμή υποστήριξης

6.4 Εντοπισμός ευσταθών συνόλων σε γράφο με μόνο αρνητικές ακμές

Η διαδικασία εντοπισμού ευσταθών συνόλων σε ένα γράφο ο οποίος περιέχει μόνο αρνητικές ακμές είναι πιο εύκολη διαδικασία αφού ασχολούμαστε μονάχα με απευθείας επιθέσεις. Η λογική που ακολουθούμε είναι η ίδια με την ιδέα των διπολικών γράφων που περιέχει και τις δύο μορφές ακμών. Χρησιμοποιούμε τους ίδιους κανόνες περιορισμού αφαιρώντας τους κανόνες που αφορούσαν ακμές υποστήριξης αφού δεν τις χρειαζόμαστε μετά την μετατροπή του γράφου. Συνοψίζω τους κανόνες περιορισμού που χρησιμοποιούμε στον πιο κάτω πίνακα.

Πίνακας 5.5 Κανόνες περιορισμού για γράφο με μόνο αρνητικές ακμές

Κανόνες περιορισμού μετατροπής ευσταθών συνόλων σε πρόβλημα SAT για γράφο με αρνητικές ακμές			
Όνομα κανόνα	Κανόνες Περιορισμού	Σηματική αναπαράσταση	Περιγραφή
1. Πολλαπλές επιθέσεις	$A \rightarrow \neg B \wedge \neg C$		Εάν ένα επιχείρημα που δέχεται πολλαπλές επιθέσεις είναι στο extension τότε κανένας από αυτούς που του επιτίθεται δεν πρέπει να είναι στο extension.
2. Κόμβος που δεν δέχεται επίθεση	$H \wedge B$		Κάθε κόμβος που δεν δέχεται επίθεση βρίσκεται στο ευσταθές σύνολο.
3. Επιτιθέμενοι σε κόμβο που είναι εκτός του ευσταθές συνόλου	$\neg A \rightarrow E1 \vee E2 \vee E3..$		Αν ένας κόμβος είναι εκτός του ευσταθές συνόλου τότε αναγκαστικά κάποιος που του επιτίθεται πρέπει να είναι μέσα.

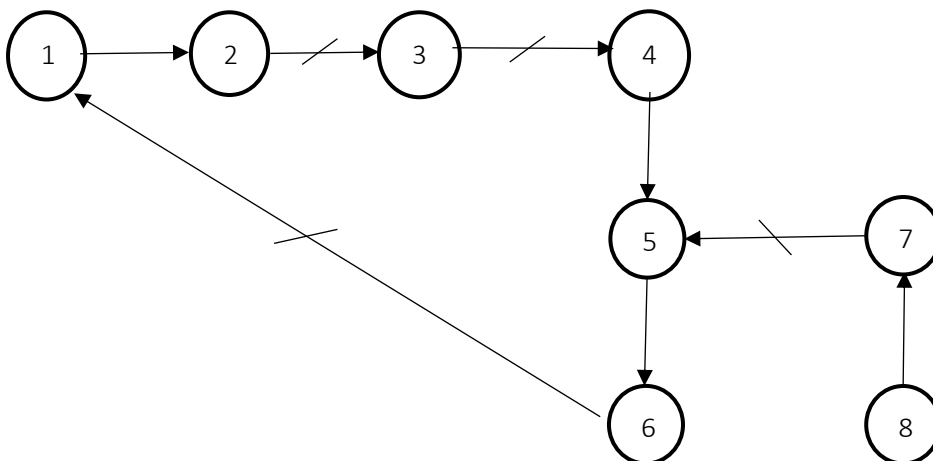
Παρατηρήσεις: Παρατηρούμε ότι ουσιαστικά ο κανόνας 2 καλύπτεται από τον κανόνα 3 καθώς για κάθε κόμβο έχουμε την εξίσωση $\neg A \rightarrow E1 \vee E2 \vee E3..$ όπου $E1, E2, E3..$ είναι οι κόμβοι που επιτίθενται στο επιχείρημα A. Εάν δεν του επιτίθεται κανένα επιχείρημα τότε έχουμε $\neg A \rightarrow F$ το οποίο μας δίνει το επιχείρημα A.

6.5 Εκτέλεση παραδείγματος 5

Στο παράδειγμα εκτέλεσης θα δούμε την μετατροπή του παραδείγματος 5 που παρουσιάζεται στο σχήμα πιο κάτω σε γράφο με μόνο αρνητικές ακμές βάση της θεωρίας που παρουσιάστηκε μέχρι τώρα. Θα παρουσιαστούν οι αλλαγές στις ακμές του κόμβου, θα εξηγήσουμε τις αλλαγές αυτές και θα παρουσιάσουμε την τελική μορφή του γράφου.

Στο τέλος θα τρέξουμε τον καινούργιο γράφο που δημιουργήθηκε με βάση το cnf αρχείου του γράφου αυτού και θα δούμε τα αποτελέσματα μας.

Σχήμα 5.1 Διπολικός Γράφος παραδείγματος



6.5.1 Στοιχεία του διπολικού γράφου με μόνο αρνητικές ακμές

Αφού τρέξουμε το πρόγραμμα μας με την θεωρία των αρνητικών ακμών μας δίνει διάφορα στοιχεία που αφορούν το πλαίσιο επιχειρηματολογίας.

- 1) Αρχικά τυπώνει τις διάφορες επιθέσεις που έχουμε στο γράφο μας.
- 2) Ακολούθως το πρόγραμμα μας εντοπίζει και τυπώνει αν υπάρχουν φυσικά τους κόμβους οι οποίοι δεν δέχονται οποιαδήποτε επίθεση από κάποιο κόμβο του πλαισίου επιχειρηματολογίας.
- 3) Στην συνέχεια, το πρόγραμμα εντοπίζει και εκτυπώνει για κάθε κόμβο τους κόμβους οι οποίοι του επιτίθενται. Τέλος εκτυπώνει και τον τελικό μας γράφο.

```

Multiple attacks for graph with only negative edges
1 --> 3
1 --> 6
Multiple attacks for graph with only negative edges
2 --> 3
Multiple attacks for graph with only negative edges
3 --> 4
3 --> 5
3 --> 6
Multiple attacks for graph with only negative edges
4 ---> 1
4 --> 3
4 --> 7
4 --> 8
Multiple attacks for graph with only negative edges
5 --> 1
5 --> 3
5 --> 7
Multiple attacks for graph with only negative edges
6 --> 1
6 --> 2
Multiple attacks for graph with only negative edges
7 --> 4
7 --> 5
7 --> 6
Multiple attacks for graph with only negative edges
8 --> 4
8 --> 5

```

```

The node 1 receive attack from the nodes: 4 5 6
The node 2 receive attack from the nodes: 6
The node 3 receive attack from the nodes: 1 2 4 5
The node 4 receive attack from the nodes: 3 7 8
The node 5 receive attack from the nodes: 3 7 8
The node 6 receive attack from the nodes: 1 3 7
The node 7 receive attack from the nodes: 4 5
The node 8 receive attack from the nodes: 4

```

```

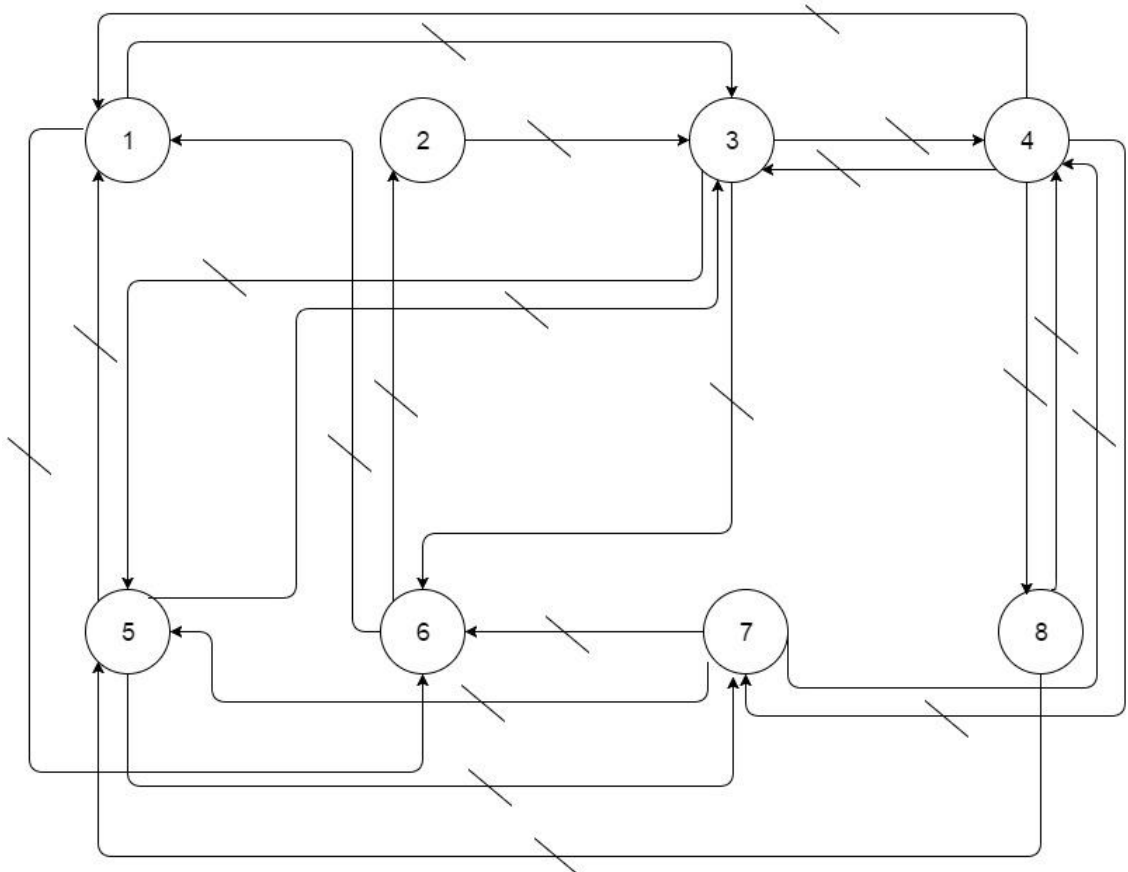
00-100-100
00-100000
000-1-1-100
-10-1000-1-1
-10-1000-10
-1-1000000
000-1-1-100
000-1-1000

```

6.5.2 Ανάλυση της μετατροπής σχέσεων του καινούργιου γράφου

Αρχικά θα παρουσιάσουμε την σχηματική απεικόνιση του καινούργιου μας γράφου και στη συνέχεια θα αναλύσουμε τις μετατροπές που έχουν γίνει.

Σχήμα 5.2 Αποτέλεσμα εκτέλεσης



Όπως φαίνεται από το αποτέλεσμα του γράφου που προέκυψε υπάρχει μια μεγάλη αύξηση στον αριθμό των ακμών, από 8 ακμές που είχε ο γράφος πριν την εκτέλεση τώρα έχουμε 20 αρνητικές ακμές. Αυτό είναι αναμενόμενο καθώς για κάθε κόμβο ο οποίος δέχεται υπεράσπιση και επίθεση ταυτόχρονα δημιουργείται αρκετός αριθμός αρνητικών ακμών.

Τώρα θα συνεχίσουμε με την αιτιολόγηση κάθε ακμής όπως παρουσιάζεται στον πιο κάτω συνοπτικό πίνακα.

Πίνακας 5.6 Αιτιολόγηση αρνητικών ακμών

Αρνητικές ακμές	Αιτιολόγηση
1 → 3	Λόγω του supported attack 1 → 2 → 3
1 → 6	Λόγω του ότι ο κόμβος 1 υπερασπίζεται τον 2 και ο κόμβος 6 του επιτίθεται με indirect attack (6 → 1 → 2).
2 → 3	Ακμή επίθεσης που είχαμε από πριν
3 → 4	Ακμή επίθεσης που είχαμε από πριν
3 → 5	Λόγω του indirect attack (3 → 4 → 5)
3 → 6	Λόγω του indirect attack (3 → 4 → 5 → 6)
4 → 1	Λόγω του supported attack (4 → 5 → 6 → 1)
4 → 3	Λόγω του ότι ο κόμβος 4 υπερασπίζεται τον 5 και ο κόμβος 3 του επιτίθεται με indirect attack (3 → 4 → 5)
4 → 7	Λόγω του ότι ο κόμβος 4 υπερασπίζεται τον 5 και ο κόμβος 7 του επιτίθεται απευθείας
4 → 8	Λόγω του ότι ο κόμβος 4 υπερασπίζεται τον 5 και ο κόμβος 8 του επιτίθεται με supported attack (8 → 7 → 5)
5 → 1	Λόγω του supported attack (5 → 6 → 1)
5 → 3	Λόγω του ότι ο κόμβος 5 υπερασπίζεται τον 6 και ο κόμβος 3 του επιτίθεται με indirect attack (3 → 4 → 5 → 6)
5 → 7	Λόγω του ότι ο κόμβος 5 υπερασπίζεται τον 6 και ο κόμβος 7 του επιτίθεται με indirect attack (7 → 5 → 6)
6 → 1	Ακμή επίθεσης που είχαμε από πριν
6 → 2	Λόγω του indirect attack (6 → 1 → 2)
7 → 4	Λόγω του ότι ο κόμβος 7 επιτίθεται του 5 και ο κόμβος 4 υπερασπίζεται τον 5
7 → 5	Ακμή επίθεσης που είχαμε από πριν
7 → 6	Λόγω του indirect attack (7 → 5 → 6)
8 → 4	Λόγω του ότι ο κόμβος 8 επιτίθεται του 5 με supported attack (8 → 7 → 5) και ο κόμβος 4 υπερασπίζεται τον 5
8 → 5	Λόγω του supported attack (8 → 7 → 5)

Ακολουθώντας τρέξαμε τον γράφο μας στον Lingeling ώστε να δούμε εάν μετά την μετατροπή εντοπίζεται κάποιο ευσταθές σύνολο και αν εντοπίζεται να δούμε εάν αυτό είναι το ίδιο ή διαφορετικό με το ευσταθές σύνολο που εντοπίσαμε πριν την μετατροπή.

Η έξοδος του lingeling ήταν η εξής:

Αποτέλεσμα Lingeling

The graph contains stable extension!

The nodes that included in the stable extension are:

1, 2, 7, 8,

Όπως παρατηρούμε εντοπίστηκε ευσταθές σύνολο όμως είναι διαφορετικό από το ευσταθές σύνολο που εντοπίστηκε πριν την μετατροπή του γράφου.

Ευσταθές σύνολο πριν την μετατροπή: (2,4,7,8)

Ευσταθές σύνολο μετά την μετατροπή: (1,2,7,8)

Συμπέρασμα: Μετά την μετατροπή του γράφου μας έχουμε αλλαγή του ευσταθές συνόλου.

Με το συμπέρασμα μας αυτό προχωρήσαμε στην εκτέλεση ακόμη δύο παραδειγμάτων, για να δούμε αν σε κάποια περίπτωση δεν έχουμε μεταβολή του ευσταθές συνόλου.

Για τα παραδείγματα εκτέλεσης χρησιμοποιήσαμε τα παραδείγματα

- (4.2.2 Παράδειγμα 2) και
- (4.2.4 Παράδειγμα 4)

Πιο κάτω θα παρουσιάσουμε τα αποτελέσματα του προγράμματος μας μετά την εκτέλεση και την μετατροπή των γράφων μας με μόνο αρνητικές ακμές.

6.6 Αποτελέσματα παραδείγματος 2

Νέα στοιχεία γράφου

Multiple attacks for graph with only negative edges

1 --> 4

1 --> 6

Multiple attacks for graph with only negative edges

2 --> 4

2 --> 5

2 --> 6

Multiple attacks for graph with only negative edges

3 --> 4

3 --> 6

Multiple attacks for graph with only negative edges

5 --> 2

5 --> 3

Multiple attacks for graph with only negative edges

6 --> 1

6 --> 2

6 --> 3

Νέα στοιχεία γράφου

The node 1 receive attack from the nodes: 6

The node 2 receive attack from the nodes: 5 6

The node 3 receive attack from the nodes: 5 6

The node 4 receive attack from the nodes: 1 2 3

The node 5 receive attack from the nodes: 2

The node 6 receive attack from the nodes: 1 2 3

000-10-1

000-1-1-1

000-10-1

000000

0-1-1000

-1-1-1000

Αποτέλεσμα Lingeling

The graph contains stable extension!

The nodes that included in the stable extension are:

1, 2, 3,

6.7 Αποτελέσματα παραδείγματος 4

Νέα στοιχεία γράφου

Multiple attacks for graph with only negative edges

1 --> 2

1 --> 3

1 --> 4

Multiple attacks for graph with only negative edges

2 --> 1

2 --> 3

2 --> 4

2 --> 5

Multiple attacks for graph with only negative edges

3 --> 2

3 --> 3

3 --> 4

Multiple attacks for graph with only negative edges

4 --> 1

4 --> 3

4 --> 4

4 --> 5

Multiple attacks for graph with only negative edges

5 --> 2

5 --> 3

5 --> 4

Νέα στοιχεία γράφου

The node 1 receive attack from the nodes: 2 4

The node 2 receive attack from the nodes: 1 3 5

The node 3 receive attack from the nodes: 1 2 3 4 5

The node 4 receive attack from the nodes: 1 2 3 4 5

The node 5 receive attack from the nodes: 2 4

0-1-1-10

-10-1-1-1

0-1-1-10

-10-1-1-1

0-1-1-10

Αποτέλεσμα Lingeling

The graph contains stable extension!

The nodes that included in the stable extension are:

1, 5,

6.8 Συμπεράσματα μετατροπών

Αυτό που έχουμε συμπεράνει μέσα από την μετατροπή των γράφων μας βάση της θεωρίας όπως αναφέραμε πιο πάνω είναι τα εξής:

- 1) Στον γράφο που παράγεται με μόνο αρνητικές ακμές έχουμε τις πλείστες φορές αύξηση των ακμών μας.
- 2) Δεν έχουμε το ίδιο αποτέλεσμα ευσταθές συνόλου στους δύο γράφους τις περισσότερες φορές

Η διαδικασία εντοπισμού ευσταθές συνόλου σε ένα γράφο ο οποίος περιέχει μόνο αρνητικές ακμές είναι σαφώς πιο εύκολη διαδικασία αφού ασχολούμαστε μονάχα με απευθείας επιθέσεις, πράγμα που ελαχιστοποιεί τον χρόνο εκτέλεσης μας όπως είδαμε και μέσα από τα στατιστικά στοιχεία του 5ου κεφαλαίου.

Φυσικά αυτό συμβαίνει μετά που έχουμε τον γράφο με μόνο αρνητικές ακμές. Η μετάφραση του γράφου από τον διπολικό γράφο που περιέχει και τα δύο είδη ακμών στη θεωρία με μόνο αρνητικές ακμές αποτελεί επίσης μια δαπανηρή διαδικασία καθώς διατρέχουμε τον γράφο για να εντοπίσουμε όλες τις σχέσεις μεταξύ των κόμβων.

Κεφάλαιο 7 Συμπεράσματα και μελλοντική ανάπτυξη

Μέσα από την εργασία αυτή έχουμε καταφέρει να μοντελοποιήσουμε ένα διπολικό πλαίσιο επιχειρηματολογίας σε πρόβλημα ικανοποίησης περιορισμών. Είμαστε πλέον σε θέση έχοντας ένα σύνολο επιχειρημάτων τα οποία είτε αλληλοϋποστηρίζονται είτε έχουν επιθετικές σχέσεις μεταξύ τους, κάτω από κάποιες προϋποθέσεις να εντοπίζουμε ποια από τα επιχειρήματα είναι ικανά να επιβιώσουν από το γενικό σύνολο και ποια όχι.

Το βασικό μας συμπέρασμα στον εντοπισμό των επιχειρημάτων αυτών με την μέθοδο ένταξης των επιχειρημάτων σε αποδεκτά σύνολα, ήταν το γεγονός του είδους των ακμών που περιέχονταν στον γράφο. Δηλαδή αναλόγως του αριθμού των ακμών που υπήρχαν στον γράφο μας, είτε θετικές είτε αρνητικές αυτό που είχε εξαιρετική σημασία για τον χρόνο εκτέλεσης ήταν οι σχέσεις επίθεσης οι οποίες δημιουργούνταν με τις ακμές αυτές. Έτσι όταν μειώναμε το ποσοστό των θετικών ακμών σε σύγκριση με αυτό των αρνητικών ακμών μειωνόταν η πιθανότητα δημιουργίας σχέσεων επίθεσης (έμμεσων-υποστηριζόμενων επιθέσεων) με αποτέλεσμα να μειωνόταν και ο χρόνος εκτέλεσης.

Επίσης μέσα από την εργασία μας αυτή είμαστε σε θέση να μετατρέπουμε ένα διπολικό πλαίσιο επιχειρηματολογίας σε μια θεωρία με μόνο ακμές επίθεσης. Με την θεωρία αυτή παρατηρήσαμε πως έχουμε αλλαγή στα ευσταθές σύνολα μεταξύ των δύο γράφων, πριν και μετά την μετατροπή. Υπάρχουν όμως και περιπτώσεις όπου έχουμε διατήρηση του ευσταθές συνόλου και μετά την μετατροπή. Αυτό που έχει σημασία να αναφέρουμε είναι η εύκολη διαδικασία εντοπισμού των ευσταθών συνόλων μετά την μετατροπή του γράφου αφού έχουμε μόνο ένα είδος ακμής να ασχοληθούμε έτσι μειώνεται ο χρόνος εντοπισμού των αποδεκτών συνόλων αυτών.

Τέλος, κλείνοντας την εργασία αυτή παραθέτουμε κάποιες ιδέες για μελλοντική ανάπτυξη του συστήματος αυτού.

Μεγάλη προσπάθεια και σημαντική πρόκληση όπως αναφέρθηκε και στην αρχή του βιβλίου είναι να καταφέρουμε να κωδικοποιήσουμε την επιχειρηματολογία όσο πιο κοντά γίνεται με την φυσική μας γλώσσα. Δηλαδή μέσα από κάποια πρότυπα, κάποια σχήματα να μπορούμε εύκολα μέσα από προτάσεις, διαλόγους και συζητήσεις να διακρίνουμε τα επιχειρήματα που έχουν ειπωθεί με τρόπο ώστε να μπορούν να

μοντελοποιηθούν και να κωδικοποιηθούν ανάλογα με το ύφος και τη μορφή του κάθε επιχειρήματος. Έτσι θα είμαστε σε θέση να έρθουμε πολύ κοντά στην επιχειρηματολογία που βασίζεται στην ανθρώπινη γλώσσα.

Η ενσωμάτωση σε ακμές αλλά και στα επιχειρήματα ένα είδος βάρους δηλαδή όπως και στην πραγματική ζωή το κάθε επιχείρημα που παρουσιάζεται μέσα σε μία συζήτηση δεν έχει το ίδιο αντίκτυπο με τα υπόλοιπα επιχειρήματα. Έτσι η επίθεση που μπορεί να κάνει ένα επιχείρημα με μεγάλο βάρος, δηλαδή ένα σημαντικό επιχείρημα για την συγκεκριμένη συζήτηση, να είναι σε θέση να ανατρέψει την αποδοχή του επιχειρήματος που δέχεται την επίθεση. Επίσης το ίδιο σενάριο υπάρχει και με τις ακμές υποστήριξης. Μία υποστήριξη από ένα επιχείρημα με μεγάλο βάρος να έχει ως συνέπεια την αποδοχή του συγκεκριμένου επιχειρήματος.

Η ενσωμάτωση βάρους σε κάθε επιχείρημα έχει μελετηθεί και γίνει. Αυτό που πρέπει επιπλέον να γίνει είναι να βρεθούν μέθοδοι μετατροπής αυτών των θεωριών σε πρόβλημα περιορισμών.

Μια ακόμη προσθήκη στον παρών σύστημα είναι ο εντοπισμός αποδεκτών επιχειρημάτων με διαφορετικές επεκτάσεις πέραν των ευσταθών συνόλων που είδαμε εδώ. Δηλαδή να υπάρχει η επιλογή εντοπισμού αποδεκτών συνόλων κάτω από διαφορετικές προϋποθέσεις, με διαφορετικά σύνολα όπως για παράδειγμα με την σημασιολογία πληρότητας ή με την σημασιολογία θεμελίωσης.

Βιβλιογραφία

- [1] D. Walton, “Chapter 1: Argumentation Theory: A Very Short Introduction”, University of Windsor
- [2] P. Baroni and M. Giacomin, “Chapter 2: Semantics of Abstract Argument Systems”
- [3] I. Rahwan and Guillermo R. Simari, “Argumentation in Artificial Intelligence”, Chapter 4, 2009
- [4] L. Amgoud, C. Cayrol and M.C. Lagasquie-Schiex, “On bipolarity in argumentation frameworks”, Chapter 2
- [5] C.Cayrol and M.C. Lagasquie-Schiex, “On the Acceptability Of Arguments in Bipolar Argumentation Frameworks”, 2005
- [6] CNF Files, May 2008, <http://people.sc.fsu.edu/~jburkardt/data/cnf/cnf.html>
- [7] E. Rodríguez-Carbonell, “Tutorial on SAT Solvers Combinatorial Problem Solving (CPS)”, June 2015, <https://www.cs.upc.edu/~erodri/webpage/cps/lab/sat/tutorial-sat-solvers-slides/slides.pdf>