

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ



Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΨΗΦΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ
Κατεύθυνση: Ηλεκτρονική Μάθηση

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

**ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΧΡΗΣΤΩΝ ΣΕ
ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΕΣ ΜΑΘΗΣΙΑΚΩΝ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ**

Αληφραγκής Χαράλαμπος

A.M. ME13004

Επιβλέπων: Δημήτριος Γ. Σάμψων, Καθηγητής

Πειραιάς, Σεπτέμβριος 2015

Περιεχόμενα

Πρόλογος	5
Περίληψη	6
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή.....	9
1.1 Περιγραφή του Προβλήματος	9
1.2 Δομή της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας.....	11
Κεφάλαιο 2: Συλλογικός Χαρακτηρισμός και Κοινωνικά Δίκτυα	14
2.1 Εισαγωγή.....	14
2.2 Συλλογικός Χαρακτηρισμός Ετικετών	14
2.2.1 Ορισμός	14
2.2.2 Πλεονεκτήματα Συλλογικού Χαρακτηρισμού Ετικετών	15
2.3 Συν-χαρακτηρισμός Ετικετών.....	15
2.3.1 Ορισμός	15
2.3.2 Πλεονεκτήματα Συν-χαρακτηρισμού Ετικετών	16
2.4 Κοινωνικά Δίκτυα Χρηστών.....	16
2.4.1 Ορισμός	16
2.4.1.1 Άμεσο Δίκτυο.....	16
2.4.1.2 Έμμεσο Δίκτυο.....	17
2.4.2 Κοινωνικά Δίκτυα Συν-Χαρακτηρισμού Ετικετών.....	17
2.5 Σύνοψη.....	18
Κεφάλαιο 3: Ανάλυση Κοινωνικών Δικτύων σε Εφαρμογές Συλλογικού Χαρακτηρισμού	20
3.1 Εισαγωγή.....	20
3.2 Ανάλυση Κοινωνικών Δικτύων.....	20
3.2.1 Ορισμός	20
3.2.1.1 Αναπαράσταση τοπολογίας κοινωνικού δικτύου	21
3.2.1.2 Ανάλυση της τοπολογίας ενός κοινωνικού δικτύου	21
3.2.1.3 Ανάλυση της συμπεριφοράς των χρηστών του κοινωνικού δικτύου	22
3.2.2 Διαστάσεις της Ανάλυσης Κοινωνικών Δικτύων	23
3.2.3 Εργαλεία Ανάλυσης Κοινωνικών Δικτύων.....	24
3.3 Εφαρμογές της Ανάλυσης Κοινωνικών Δικτύων Συν-χαρακτηρισμού Ετικετών	27
3.3.1 Η περίπτωση της διαδικτυακής εφαρμογής Flickr	28
3.3.2 Η περίπτωση της διαδικτυακής εφαρμογής Twitter	28
3.3.3 Η περίπτωση της διαδικτυακής εφαρμογής Microsoft Live Q&A	29
3.3.4 Η περίπτωση της διαδικτυακής εφαρμογής Dogear.....	30
3.3.5 Η περίπτωση της διαδικτυακής εφαρμογής Del.icio.us	30
3.4 Ορισμός Προβλήματος.....	31
3.5 Σύνοψη.....	32
Κεφάλαιο 4: Σχεδιασμός και Μεθοδολογία Έρευνας	33
4.1 Εισαγωγή.....	33
4.2 Ερευνητική Μέθοδος	33
4.2.1 Επιλογή Δείγματος.....	33

4.2.2	Εισαγωγή και Προετοιμασία Δεδομένων	34
4.2.3	Μετρικές Ανάλυσης Κοινωνικών Δικτύων για την Περίπτωση του Κοινωνικού Δικτύου Συν-χαρακτηρισμού Ετικετών	35
4.2.3.1	Κεντρικότητα Βαθμού (Degree Centrality).....	37
4.2.3.2	Κεντρικότητα Εγγύτητας (Closeness Centrality).....	37
4.2.3.3	Ενδιάμεση Κεντρικότητα (Betweenness Centrality)	38
4.2.3.4	Κεντρικότητα Ιδιοδιανύσματος (Eigenvector Centrality).....	38
4.3	Προετοιμασία Δεδομένων	39
4.3.1	Κριτήρια Επιλογής Ετικετών Συλλογικού Χαρακτηρισμού	39
4.3.2	Κριτήρια Επιλογής Γλώσσας και Μετάφραση Ετικετών Συλλογικού Χαρακτηρισμού	41
4.3.3	Τεχνική Δημιουργίας Συνοχής Καταλήξεων (Stemming).....	42
4.4	Εισαγωγή Δεδομένων στο Εργαλείο NodeXL.....	42
4.5	Σύνοψη.....	43
Κεφάλαιο 5: Ανάλυση Δεδομένων και Αποτελέσματα		44
5.1	Εισαγωγή.....	44
5.2	Επισκόπηση Ανάλυσης Κοινωνικού Δικτύου Συν-χαρακτηρισμού Ετικετών	44
5.2.1	Παρουσίαση Γράφου του Δικτύου Συν-χαρακτηρισμού Ετικετών.....	44
5.2.2	Παρουσίαση Μετρικών Ανάλυσης του Κοινωνικού Δικτύου Συν-χαρακτηρισμού Ετικετών	46
5.2.2.1	Ανάλυση Αποτελεσμάτων των Μετρικών Κεντρικότητας του Δικτύου	48
5.3	Ερευνητικό Ερώτημα 1: Συσχέτιση Μετρικών Κεντρικότητας με Επίπεδο Συνεισφοράς Ετικετών	51
5.3.1	Οι κορυφαίοι 50 Συν-Χαρακτηριστές του Δικτύου.....	55
5.3.2	Συσχέτιση των Μετρικών Κεντρικότητας των Χρηστών του Δικτύου Συν-Χαρακτηρισμού Ετικετών με το επίπεδο Συνεισφοράς τους σε Ετικέτες	59
5.4	Ερευνητικό Ερώτημα 2: Σύνδεση Συσταδοποίησης Χρηστών με Ιδιαίτερα Χαρακτηριστικά Προφίλ Χρηστών	66
5.5	Ερευνητικό Ερώτημα 3: Μοτίβα Εξέλιξης Δικτύου και Αναγνώριση Μελλοντικών Τάσεων	71
5.6	Σύνοψη.....	75
Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα και Μελλοντική Έρευνα		77
6.1	Συμπεράσματα.....	77
6.2	Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα	79
Βιβλιογραφία		81

Ευρετήριο Σχημάτων

Σχήμα 1: Μοντελοποίηση δικτύου συν-χαρακτηριστών ετικετών (Furnas et al., 2006)	18
Σχήμα 2: Στιγμιότυπο διεπιφάνειας χρήσης του λογισμικού Gephi.....	25
Σχήμα 3: Στιγμιότυπο διεπιφάνειας χρήσης του λογισμικού NetMiner.....	25
Σχήμα 4: Στιγμιότυπο διεπιφάνειας χρήσης του λογισμικού SocNetV	26
Σχήμα 5: Στιγμιότυπο διεπιφάνειας χρήσης του λογισμικού NodeXL.....	26
Σχήμα 6: Γράφος Δικτύου Συν-χαρακτηρισμού Ετικετών του Ψηφιακού Αποθετηρίου Open Science Resources	45
Σχήμα 7: Κατανομή της συχνότητας του Degree Centrality	51
Σχήμα 8: Κατανομή της συχνότητας του Betweenness Centrality.....	52
Σχήμα 9: Κατανομή της συχνότητας του Closeness Centrality	53
Σχήμα 10: Κατανομή της συχνότητας του Eigenvector Centrality	54
Σχήμα 11: Διασπορά του Degree Centrality σε Σχέση με το Πλήθος Ετικετών Συλλογικού Χαρακτηρισμού	64
Σχήμα 12: Διασπορά του Closeness Centrality σε Σχέση με το Πλήθος Ετικετών Συλλογικού Χαρακτηρισμού	64
Σχήμα 13: Διασπορά του Betweenness Centrality σε Σχέση με το Πλήθος Ετικετών Συλλογικού Χαρακτηρισμού	65
Σχήμα 14: Διασπορά του Eigenvector Centrality σε Σχέση με το Πλήθος Ετικετών Συλλογικού Χαρακτηρισμού	66
Σχήμα 15: Treemap Συστάδων Συν-χαρακτηριστών του Δικτύου	68
Σχήμα 16: Ετήσια αθροιστική αύξηση Συν-χαρακτηρισμών στο υπό μελέτη δίκτυο.....	73
Σχήμα 17: Φάση Γέννησης Δικτύου	74
Σχήμα 18: Φάση Συγκρότησης Δικτύου	74
Σχήμα 19: Φάση Ανάδειξης Δικτύου	74
Σχήμα 20: Φάση Σταθεροποίησης Δικτύου	74

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 1: Ανάλυση του Επιλεχθέντος Δείγματος	34
Πίνακας 2: Δομή λίστας συνδεδεμένων χρηστών.....	34
Πίνακας 3: Μετρικές Ανάλυσης του Γράφου του Δικτύου	35
Πίνακας 4: Μετρικές Ανάλυσης Centralities του Δικτύου	39
Πίνακας 5: Κατηγορίες Ετικετών Συλλογικού Χαρακτηρισμού.....	41
Πίνακας 6: Αποτελέσματα των μετρικών ανάλυσης του Γράφου του Δικτύου Συν- χαρακτηρισμού Ετικετών	46
Πίνακας 7: Αναλογία των Centrality Metrics με τις Μετρικές του Γράφου του Δικτύου	50
Πίνακας 8: Οι κορυφαίοι 50 Συν-χαρακτηριστές του Δικτύου	55

Πίνακας 9: Χαρακτηρισμός των Σημαντικότερων Χρηστών του Δικτύου συν-χαρακτηρισμού ετικετών	57
Πίνακας 10: Οι Κορυφαίοι 50 Συν-χαρακτηριστές του Δικτύου ως προς τις μετρικές Centralities και το Πλήθος Ετικετών Συλλογικού Χαρακτηρισμού	60
Πίνακας 11: Συσχέτιση Μεταξύ Μετρικών Centralities και Συνεισφοράς Ετικετών Συλλογικού Χαρακτηρισμού	62
Πίνακας 12: Οι Συστάδες Συν-χαρακτηριστών του Δικτύου	67
Πίνακας 13: Κατανομή του Πλήθους των Χρηστών του Αποθετηρίου ανά Εκπαιδευτική Θεματική υπό-Ενότητα.....	70
Πίνακας 14: Ετήσια Αύξηση του Δικτύου Συν-χαρακτηρισμού Ετικετών	71

Πρόλογος

Η παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Ψηφιακά Συστήματα και Υπηρεσίες», κατεύθυνση «Ηλεκτρονική Μάθηση» του τμήματος Ψηφιακών Συστημάτων του Πανεπιστημίου Πειραιώς.

Πρωτίστως, θα ήθελα να ευχαριστήσω και να απονεύω το σεβασμό και την εκτίμηση μου στον επιβλέποντα της εργασίας, Καθηγητή κ. Δημήτριο Γ. Σάμψων, ο οποίος παρέχει ανεκτίμητη καθοδήγηση και υποστήριξη, τόσο κυρίως στα πλαίσια της εκπόνησης της παρούσας Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας, όσο και κατά τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών στο εν λόγω Πρόγραμμα. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά και να αναγνωρίσω την πολύτιμη βοήθεια και υποστήριξη του Δρ. Παναγιώτη Ζέρβα, καθ' όλη τη διάρκεια και τα στάδια της εκπόνησης της παρούσας Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας.

Τέλος, οφείλω να ευχαριστήσω και να αναγνωρίσω την ανεκτίμητη υποστήριξη της οικογένειάς μου και των φίλων μου, καθ' όλα τα έτη των προπτυχιακών και μεταπτυχιακών μου σπουδών.

Περίληψη

Ο **συλλογικός χαρακτηρισμός ετικετών** είναι μία λειτουργία των εφαρμογών του Παγκόσμιου Ιστού 2.0 κατά την οποία οι χρήστες των εφαρμογών αυτών χρησιμοποιούν ετικέτες ελεύθερου κειμένου με σκοπό να περιγράψουν ψηφιακά αντικείμενα που διαμοιράζονται μέσω των εφαρμογών αυτών. Οι χρήστες που χρησιμοποιούν τις ίδιες ετικέτες ώστε να περιγράψουν τα ίδια ή και διαφορετικά ψηφιακά αντικείμενα ονομάζονται **συν-χαρακτηριστές ετικετών** και το φαινόμενο αυτό συναντάται στη βιβλιογραφία ως **συν-χαρακτηρισμός ετικετών**. Ο **συν-χαρακτηρισμός ετικετών** μπορεί να υποδηλώνει κοινά χαρακτηριστικά των χρηστών, οι οποίοι αναπτύσσουν ένα έμμεσο κοινωνικό δίκτυο. Το δίκτυο αυτό το οποίο μοντελοποιείται ως «Χρήστης Α – Χρήστης Β – Ετικέτα», έχει μελετηθεί με μεθόδους ανάλυσης κοινωνικών δικτύων χρηστών και πιο συγκεκριμένα με την εφαρμογή μετρικών κεντρικότητας (centrality metrics) χρηστών. Τα αποτελέσματα των μελετών αυτών αποτιμούν τη συμβολή των κεντρικότερων χρηστών (central users): (α) στη διάδοση ετικετών μέσα στο εκάστοτε κοινωνικό δίκτυο, (β) στην αποδοχή του δικτύου των χρηστών στις ετικέτες που διαδίδουν οι κεντρικότεροι χρήστες, (γ) στη συσταδοποίηση (clustering) των χρηστών και τις υπό-ομάδες που αναπτύσσουν οι οποίες διακρίνονται από ιδιαίτερα χαρακτηριστικά με βάση τις ετικέτες που διαδίδονται ενδιάμεσου αυτών και (δ) στα πρότυπα ανάπτυξης του δικτύου με σκοπό την αποτίμηση μελλοντικών τάσεων εξέλιξης του εκάστοτε δικτύου. Παρ' όλο που στο πεδίο της Τεχνολογικά-υποστηριζόμενης Μάθησης, η ανάλυση κοινωνικών δικτύων έχει αξιοποιηθεί σε διάφορες εφαρμογές (π.χ. εργαλεία ασύγχρονων συζητήσεων που χρησιμοποιούνται σε συστήματα διαχείρισης ψηφιακών μαθημάτων και τάξεων), εξάγοντας χρήσιμα συμπεράσματα, όσον αφορά την περίπτωση των Ψηφιακών Αποθετηρίων Μαθησιακών Αντικειμένων στη βιβλιογραφία δεν συναντώνται σχετικές μελέτες. Παρά ταύτα, ολοένα και περισσότερα Ψηφιακά Αποθετήρια Μαθησιακών Αντικειμένων υιοθετούν την λειτουργία του συλλογικού χαρακτηρισμού, κατά την οποία, όπως και στις υπόλοιπες εφαρμογές του Παγκόσμιου Ιστού 2.0, οι χρήστες χρησιμοποιούν ετικέτες συλλογικού χαρακτηρισμού για να περιγράψουν το περιεχόμενο και το είδος των Μαθησιακών Αντικειμένων τα οποία διαμοιράζονται. Έτσι, στην παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, αξιοποιούνται υπάρχουσες μέθοδοι ανάλυσης κοινωνικών δικτύων χρηστών με σκοπό την ανάλυση του δικτύου συν-χαρακτηρισμού ετικετών σε ένα υπάρχον ψηφιακό αποθετήριο μαθησιακών αντικειμένων προκειμένου να μελετηθούν τα κάτωθι ερευνητικά ερωτήματα:

- **Ερευνητικό Ερώτημα 1:** Πως επηρεάζει η κεντρικότητα των χρηστών (user centrality) την αύξηση της χρήσης του συλλογικού χαρακτηρισμού προς την κατεύθυνση της πληρέστερης περιγραφής των μαθησιακών αντικειμένων και τη χρήση έγκυρων και κοινώς αποδεκτών ετικετών από το σύνολο των χρηστών?
- **Ερευνητικό Ερώτημα 2:** Πως οι συστάδες των χρηστών που δημιουργούνται από το συν-χαρακτηρισμό ετικετών απεικονίζουν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του προφίλ των χρηστών?
- **Ερευνητικό Ερώτημα 3:** Μπορούν να αναγνωριστούν μοτίβα ανάπτυξης σε σχέση με το χρόνο του κοινωνικού δικτύου συν-χαρακτηρισμού ετικετών με σκοπό την αναγνώριση τάσεων για τη μελλοντική εξέλιξη του εν λόγω δικτύου?

Συνεπώς, αρχικά στο **Κεφάλαιο 2** ορίζονται, περιγράφονται και αναλύονται οι έννοιες του συλλογικού χαρακτηρισμού ετικετών, του συν-χαρακτηρισμού ετικετών και των κοινωνικών δικτύων χρηστών που αποτελούν το θεωρητικό υπόβαθρο της παρούσας Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας. Στη συνέχεια στο **Κεφάλαιο 3** περιγράφονται μετρικές ανάλυσης κοινωνικών δικτύων χρηστών και πραγματοποιείται βιβλιογραφική επισκόπηση της αξιοποίησης αυτών σε εφαρμογές του Παγκόσμιου Ιστού 2.0. Τέλος, αναγνωρίζεται το πρόβλημα το οποίο καλείται να μελετήσει η παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία και καθορίζονται τα ερευνητικά ερωτήματα που θα απαντηθούν. Στο **Κεφάλαιο 4**, περιγράφεται και αναλύεται ο σχεδιασμός και η μεθοδολογία της έρευνας που ακολουθήθηκε με σκοπό να απαντηθούν τα ερευνητικά ερωτήματα. Ειδικότερα, περιγράφεται η διαδικασία της επιλογής του δείγματος από ένα υπάρχον ψηφιακό αποθετήριο μαθησιακών αντικειμένων (ήτοι το ψηφιακό αποθετήριο Open Science Resources Portal), ο τρόπος διαχείρισης των δεδομένων και η επιλογή του ερευνητικού εργαλείου που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό των μετρικών ανάλυσης του κοινωνικού δικτύου συν-χαρακτηρισμού ετικετών. Στο **κεφάλαιο 5**, παρουσιάζονται και αναλύονται τα αποτελέσματα ξεχωριστά για κάθε ερευνητικό ερώτημα που τέθηκε προς μελέτη από την παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Στο **Κεφάλαιο 6** συζητούνται τα αποτελέσματα της έρευνας και περιγράφονται προτάσεις για μελλοντική έρευνα.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν με βάση τα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν μπορούν να συνοψιστούν ως ακολούθως:

- **Ερευνητικό Ερώτημα 1:** Οι κεντρικοί χρήστες του δικτύου συν-χαρακτηρισμού ετικετών επηρεάζουν την διάδοση των ετικετών συλλογικού χαρακτηρισμού που

έχουν χρησιμοποιήσει συμβάλλοντας στην αύξηση της χρήσης αυτών από τους υπόλοιπους χρήστες του δικτύου.

- **Ερευνητικό Ερώτημα 2:** Στο κοινωνικό δίκτυο συν-χαρακτηρισμού ετικετών αναγνωρίστηκαν έξι επιμέρους συστάδες χρηστών (clusters) που αφορούν στη θεματική ενότητα των ψηφιακών αντικειμένων που χαρακτηρίζουν ήτοι Φυσική, Χημεία, Βιολογία, Γεωγραφία, Αστρονομία και Περιβαλλοντικές Επιστήμες. Οι συστάδες αυτές απεικονίζουν και το εκπαιδευτικό προφίλ των χρηστών του Ψηφιακού Αποθετηρίου Μαθησιακών Αντικειμένων.
- **Ερευνητικό Ερώτημα 3:** Αναγνωρίστηκαν τέσσερις φάσεις εξέλιξης του δικτύου συν-χαρακτηρισμού ετικετών οι οποίες είναι: α) Φάση Γέννησης Δικτύου, β) Φάση Συγκρότησης Δικτύου, γ) Φάση Ανάδειξης Δικτύου και δ) Φάση Σταθεροποίησης Δικτύου. Το δίκτυο βρίσκεται Φάση Σταθεροποίησης και είναι αρκετά συνεκτικό, το οποίο υποδηλώνει πως η συσταδοποίηση του έχει επίσης σταθεροποιηθεί και δεν πρόκειται να διευρυνθεί περαιτέρω στο μέλλον. Περαιτέρω αύξηση του δικτύου θα αφορά στην εμφάνιση νέων συν-χαρακτηρισμών ή και χρηστών οι οποίοι σύμφωνα με το μοντέλο της επιλεκτικής προσάρτησης θα εντάσσονται σε μία από τις υπάρχουσες υπό-ομάδες εκπαιδευτικών θεματικών ενοτήτων που έχουν ήδη δημιουργηθεί στο δίκτυο.

Τέλος, μελλοντικές κατευθύνσεις για περαιτέρω έρευνα στο θέμα που μελετήθηκε στην παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, μπορούν να συνοψιστούν εξής:

- Περαιτέρω μελέτη και ανάλυση του δικτύου συν-χαρακτηρισμού ετικετών με χρήση περισσότερων δεδομένων από άλλα Ψηφιακά Αποθετήρια Μαθησιακών Αντικειμένων, με σκοπό να αποτελέσματα της παρούσας μελέτης να επαληθευτούν και να γενικευθούν.
- Ανάπτυξη αλγορίθμων και μηχανισμών συστάσεων ετικετών ψηφιακών αντικειμένων λαμβάνοντας υπόψη τις μετρικές κεντρικότητας των χρηστών που προκύπτουν από την ανάλυση του κοινωνικού δικτύου συν-χαρακτηρισμού ετικετών σε ψηφιακά αποθετήρια μαθησιακών αντικειμένων.

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

1.1 Περιγραφή του Προβλήματος

Μία αρκετά προσφιλής και διαδεδομένη λειτουργία μεταξύ των σύγχρονων εφαρμογών του Παγκόσμιου Ιστού 2.0 είναι η χρήση ετικετών συλλογικού χαρακτηρισμού (social tagging). Οι χρήστες των εφαρμογών αυτών αναρτούν ετικέτες ελεύθερου κειμένου στα ψηφιακά αντικείμενα που διαμοιράζονται με σκοπό να τα χαρακτηρίσουν με ποικίλους τρόπους (Furner, 2007; Gupta et al., 2010; Vuorikari et al., 2010; Dahl & Vossen, 2008; Trant, 2009). Αυτή η διαδικασία, καθιστά τα αντικείμενα αναγνωρίσιμα και από τις μηχανές αναζήτησης αλλά και από τους ίδιους τους χρήστες. Έτσι, από τη σκοπιά των συστημάτων, έχουν αναπτυχθεί αλγόριθμοι που αξιοποιούν τη χρήση αυτών των ετικετών ώστε να προτείνουν στους χρήστες κατάλληλα ψηφιακά αντικείμενα για χρήση και από τη σκοπιά των χρηστών, οι ετικέτες αυτές προσδίδουν μία πιο προσφιλή σε αυτούς περιγραφή του περιεχομένου ή του τύπου του ψηφιακού αντικειμένου που πρόκειται να χρησιμοποιήσουν.

Η χρήση ελεύθερου κειμένου δίνει στο χρήστη τη δυνατότητα να εκφράσει την περιγραφή του εκάστοτε αντικειμένου με έναν τρόπο ο οποίος είναι πιο κατανοητός σε αυτόν. Επίσης, παρατηρείται πως οι υπόλοιποι χρήστες προτιμούν τη χρήση του ελεύθερου κειμένου έναντι των προτύπων επιλογών που καθορίζονται από διεθνείς φορείς ή συμπράξεις φορέων και έτσι αυξάνεται η χρήση τους και τα αντικείμενα περιγράφονται πληρέστερα (Trattner et al., 2011; Trant, 2009). Ερευνητές έχουν μελετήσει και έχουν συμπεράνει πως χρήστες οι οποίοι χρησιμοποιούν την ίδια ετικέτα για να χαρακτηρίσουν τα ίδια ή διαφορετικά ψηφιακά αντικείμενα δομούν ένα κοινωνικό δίκτυο. Ειδικότερα, αν χρήστες χαρακτηρίζουν με την ίδια ετικέτα, ένα ή και περισσότερα αντικείμενα, τότε το περιεχόμενο αυτής της ετικέτας μπορεί να υποδηλώνει ένα χαρακτηριστικό, ή κάποιο ενδιαφέρον τους. Έτσι, το δίκτυο που αναπτύσσεται κατά αυτό τον τρόπο μεταξύ τους είναι της μορφής Χρήστης Α – Χρήστης Β – Ετικέτα (Furner, 2007; Marlow et al., 2006; Rodrigues & Milic-Frayling, 2011).

Η ανάλυση κοινωνικών δικτύων είναι μία μέθοδος που μελετά και αναλύει τα κοινωνικά δίκτυα μέσω της εφαρμογής κατάλληλων μετρικών και αλγορίθμων, ούτως ώστε να εξαγει αποτελέσματα και συμπεράσματα για τη συμπεριφορά και τη δράση αυτού του δικτύου (Otte & Rousseau, 2002; Garton, et al., 1997; Scott, 2012; Tang, et al., 2009; Opsahl, 2010).

Σε πολλές περιπτώσεις εφαρμογών του Παγκόσμιου Ιστού 2.0, διεξήχθησαν μελέτες ανάλυσης κοινωνικών δικτύων συν-χαρακτηρισμού ετικετών (Negoescu & Gatica-Perez, 2010; Shamma et al., 2009; Millen & Feinberg, 2006; Halpin et al., 2007; Welser et al., 2009) οι οποίες κατέληξαν σε συμπεράσματα για τα προφίλ των ομάδων χρηστών που δρουν στο εκάστοτε δίκτυο, για τη συμβολή των πιο ενεργών χρηστών στη διάδοση των ετικετών συλλογικού χαρακτήρισμού αλλά και στη δημιουργία συνοχής του εκάστοτε δικτύου αλλά και επίσης κατάφεραν να προβλέψουν τις τάσεις εξέλιξης του εκάστοτε δικτύου σε σχέση με το χρόνο με βάση τις μετρικές της μεθόδου αυτής.

Η εν λόγω Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, εστιάζει στα Ψηφιακά Αποθετήρια Μαθησιακών Αντικειμένων, τα οποία αποτελούν εφαρμογές μέσω των οποίων οι χρήστες διαμοιράζονται μαθησιακά αντικείμενα, τα οποία χαρακτηρίζουν κυρίως με ετικέτες συλλογικού χαρακτήρισμού (Zervas et al., 2014). Όπως και στις περιπτώσεις εφαρμογών του Παγκόσμιου Ιστού 2.0, έτσι και στην περίπτωση των Ψηφιακών Αποθετηρίων Μαθησιακών Αντικειμένων, οι χρήστες των ετικετών συλλογικού χαρακτήρισμού δομούν ένα έμμεσο κοινωνικό δίκτυο στο οποίο συνδέονται οι χρήστες οι οποίοι έχουν συν-χαρακτηρίσει με ετικέτες συλλογικού χαρακτήρισμού ένα ή και περισσότερα ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα (Cela et al., 2014; Sie et al., 2012; Rabbany et al., 2011; Ullrich, et al., 2010; Klamma, et al., 2006; Lin, et al., 2014). Σκοπός είναι να αξιοποιηθεί η μέθοδος ανάλυσης κοινωνικών δικτύων με την εφαρμογή των μετρικών και αλγορίθμων που τη διέπουν ούτως ώστε να: α) μελετηθεί το πώς επηρεάζει η κεντρικότητα των χρηστών (user centrality) την αύξηση της χρήσης του συλλογικού χαρακτήρισμού προς την κατεύθυνση της πληρέστερης περιγραφής των μαθησιακών αντικειμένων και τη χρήση έγκυρων και κοινώς αποδεκτών ετικετών από το σύνολο των χρηστών, β) πως οι συστάδες των χρηστών που δημιουργούνται από το συν-χαρακτηρισμό ετικετών απεικονίζουν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του προφίλ των χρηστών και γ) κατά πόσο μπορούν να αναγνωριστούν μοτίβα ανάπτυξης σε σχέση με το χρόνο του κοινωνικού δικτύου συν-χαρακτηρισμού ετικετών με σκοπό την αναγνώριση τάσεων για τη μελλοντική εξέλιξη του εν λόγω δικτύου.

Όσον αφορά το πρώτο ερώτημα (α), επιδιώκεται να μελετηθεί η περίπτωση κατά την οποία οι κεντρικοί χρήστες του δικτύου συν-χαρακτηρισμού ετικετών συμβάλουν στην προσπάθεια πληρέστερης περιγραφής των αντικειμένων και στην αποδοχή αυτών των ετικετών από το μεγαλύτερο δυνατό σύνολο των χρηστών, καταλήγοντας στο συμπέρασμα πως οι ετικέτες συλλογικού χαρακτήρισμού στο αποθετήριο μαθησιακών αντικειμένων μπορούν να συμβάλουν προς την κατεύθυνση της έγκυρης περιγραφής των μαθησιακών

αντικειμένων έναντι των προτύπων επιλογών που καθορίζονται από διεθνείς φορείς ή συμπράξεις φορέων.

Όσον αφορά το δεύτερο ερώτημα (β), επιδιώκεται η μελέτη των συστάδων των χρηστών που εντοπίζονται μέσα στο σύνολο του δικτύου συν-χαρακτηρισμού ετικετών με σκοπό την ανάλυση τους και την εξαγωγή συμπερασμάτων για τα κοινά χαρακτηριστικά που πιθανώς εμφανίζουν και τα οποία μπορούν να οδηγήσουν στην απεικόνιση ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του προφίλ των χρηστών.

Τέλος, σχετικά με το τρίτο ερώτημα (γ), επιδιώκεται η μελέτη και η ανάλυση της εξέλιξης του δικτύου συν-χαρακτηρισμού ετικετών του εν λόγω ψηφιακού αποθετηρίου με σκοπό να εντοπισθούν μοτίβα ανάπτυξης ούτως ώστε να αναγνωριστούν τάσεις εξέλιξης του εν λόγω δικτύου.

1.2 Δομή της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας

Στο **Κεφάλαιο 2** αναλύονται οι τρεις βασικές έννοιες που πραγματεύεται οι παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, ήτοι ο συλλογικός χαρακτηρισμός Ετικετών, ο συν-χαρακτηρισμός ετικετών και τα κοινωνικά δίκτυα χρηστών στα πλαίσια του συλλογικού χαρακτηρισμού. Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά το συλλογικό χαρακτηρισμό ετικετών (social tagging), αρχικά αποδίδεται ο πληρέστερος ορισμός του και εν συνεχεία περιγράφονται και αναλύονται οι διαστάσεις του στις εφαρμογές του Παγκόσμιου Ιστού 2.0. Εν συνεχεία, ορίζεται και αναλύεται η έννοια του συν-χαρακτηρισμού ετικετών ο οποίος αφορά στη χρήση ίδιων ετικετών από τους χρήστες μίας εφαρμογής του Παγκόσμιου Ιστού 2.0 και αποτελεί τη βάση για τη δημιουργία ενός κοινωνικού δικτύου μεταξύ αυτών. Συγχρόνως, σχετικά με τα κοινωνικά δίκτυα χρηστών στα πλαίσια του συλλογικού χαρακτηρισμού, περιγράφονται και αναλύονται οι δύο βασικές κατηγοριοποιήσεις των κοινωνικών δικτύων που εντοπίζονται στον Παγκόσμιο Ιστό 2.0. Έπειτα αποδίδεται ο ορισμός του δικτύου συν-χαρακτηρισμού ετικετών το οποίο είναι το είδος δικτύου που δημιουργείται μεταξύ των χρηστών εφαρμογών συλλογικού χαρακτηρισμού και πραγματεύεται η παρούσα μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία.

Στο **Κεφάλαιο 3** αρχικώς περιγράφεται και αναλύεται η μέθοδος ανάλυσης κοινωνικών δικτύων. Ειδικότερα, αποδίδεται ο ορισμός της, καταγράφονται οι διαστάσεις της, οι μετρικές και ο σκοπός της καθώς επίσης και τα πιθανά επιτεύγματα που τη διέπουν. Συγχρόνως, περιγράφονται και παρουσιάζονται εργαλεία που έχουν αναπτυχθεί για την αυτόματη αποτίμηση των μετρικών κεντρικότητας χρηστών (user centrality metrics) της

μεθόδου ανάλυσης κοινωνικών δικτύων και των αλγορίθμων για την αναπαράσταση των γράφων των εκάστοτε υπό μελέτη δικτύων και περιγράφονται τα κριτήρια επιλογής του εργαλείου που αξιοποιείται στην παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Έπειτα, πραγματοποιείται μία εκτενής βιβλιογραφική επισκόπηση ούτως ώστε να περιγραφούν και να αναλυθούν τα αποτελέσματα ερευνητικών εργασιών που αξιοποίησαν την εν λόγω μέθοδο στην μελέτη διαδικτυακών εφαρμογών συλλογικού χαρακτήρισμού. Εν συνεχεία, πραγματοποιείται μία βιβλιογραφική επισκόπηση σχετικά με τις ερευνητικές εργασίες που έχουν πραγματοποιηθεί στο πλαίσιο εφαρμογών συλλογικού χαρακτήρισμού στο πεδίο της τεχνολογικά-υποστηριζόμενης μάθησης ούτως ώστε να εντοπιστεί και να αναλυθεί το ερευνητικό πρόβλημα που καλείται να μελετήσει η παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία.

Στο **Κεφάλαιο 4** αναλύεται η ο Σχεδιασμός και η Μεθοδολογία έρευνας που ακολουθείται για την μελέτη του ερευνητικού προβλήματος και την απάντηση στα ερευνητικά ερωτήματα της παρούσας εργασίας. Πιο συγκεκριμένα, περιγράφονται εκτενώς τα βήματα που ακολουθήθηκαν για την επιλογή και την προετοιμασία των δεδομένων, αναλύονται και ερμηνεύονται οι μετρικές της μεθόδου ανάλυσης κοινωνικών δικτύων που αξιοποιείται για την μελέτη του ερευνητικού προβλήματος της παρούσας Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας και αναλύεται το ερευνητικό εργαλείο NodeXL που χρησιμοποιείται για το σκοπό αυτό.

Στο **Κεφάλαιο 5** πραγματοποιείται η ανάλυση των δεδομένων και των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από την μέθοδο ανάλυσης κοινωνικών δικτύων. Πιο συγκεκριμένα, αναλύεται η εκάστοτε μετρική της εν λόγω μεθόδου και ερμηνεύονται τα αποτελέσματα της. Εν συνεχεία περιγράφονται και αναλύονται όλα τα σχετικά αποτελέσματα που προέκυψαν από την ερευνητική μέθοδο που ακολουθήθηκε για την μελέτη του ερευνητικού προβλήματος. Ειδικότερα, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρικών κεντρικότητας των χρηστών, απαντώνται τα ερευνητικά ερωτήματα που σχετίζονται με α) την επιρροή στην ανάπτυξη της χρήσης του συλλογικού χαρακτήρισμού από τους κεντρικούς χρήστες του δικτύου, προς την κατεύθυνση της πληρέστερης περιγραφής των μαθησιακών αντικειμένων και τη χρήση έγκυρων και κοινώς αποδεκτών ετικετών από το σύνολο των χρηστών β) τη συσταδοποίηση των χρηστών του δικτύου συν-χαρακτηρισμού ετικετών και την αναγνώριση ιδιαίτερων χαρακτηριστικών των προφίλ αυτών των χρηστών, και γ) τα μοτίβα ανάπτυξης του δικτύου συν-χαρακτηρισμού ετικετών σε σχέση με το χρόνο και την αναγνώριση τάσεων μελλοντικής εξέλιξης του.

Στο **κεφάλαιο 6** αποδίδεται μία ερμηνεία στα προαναφερθέντα αποτελέσματα και καταγράφονται τα συμπεράσματα από την έρευνα που πραγματοποιήθηκε στην παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Τέλος, περιγράφεται και αναλύεται η προτεινόμενη μελλοντική έρευνα που μπορεί να πραγματοποιηθεί με βάση τα αποτελέσματα της παρούσας Μεταπτυχιακή Διπλωματικής Εργασίας στο πλαίσιο της ανάλυσης κοινωνικών δικτύων συν-χαρακτηρισμού ετικετών.

Κεφάλαιο 2: Συλλογικός Χαρακτηρισμός και Κοινωνικά Δίκτυα

2.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται, ορίζονται και μελετώνται οι βασικές έννοιες τις οποίες πραγματεύεται η παρούσα διπλωματική εργασία. Πιο συγκεκριμένα παρουσιάζεται και αναλύεται η έννοια του Συλλογικού χαρακτηρισμού και των διαστάσεων του καθώς και τα είδη των κοινωνικών δικτύων του συλλογικού χαρακτηρισμού που αναπτύσσονται. Αυτή η ενότητα συνεισφέρει στην αποσαφήνιση των εννοιών αυτών βάσει των οποίων δομείται ο ορισμός και η μελέτη του προβλήματος της παρούσας μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας.

2.2 Συλλογικός Χαρακτηρισμός Ετικετών

2.2.1 Ορισμός

Σύμφωνα με τον Smith (2008) οι **ετικέτες** είναι λέξεις κλειδιά ή φράσεις ελεύθερου κειμένου οι οποίες χρησιμοποιούνται από χρήστες ψηφιακών συστημάτων ούτως ώστε να περιγράψουν ένα ψηφιακό αντικείμενο. Οι χρήστες, περιγράφουν κυρίως ένα ψηφιακό αντικείμενο με βάση το περιεχόμενό του, την εννοιολογική κατηγοριοποίηση του, την τεχνική του μορφή και τη δημογραφική του προέλευση. Πολλοί χρήστες ακόμα χρησιμοποιούν τις ψηφιακές αυτές ετικέτες για να περιγράψουν τα συναισθήματα που τους δημιουργούνται από τη χρήση τους, σε μία προσπάθεια να τα αξιολογήσουν περιγραφικά. Έτσι, με αυτό τον τρόπο οι χρήστες προσπαθούν να χαρακτηρίσουν τα ψηφιακά τους αντικείμενα αποδίδοντας τους νόημα που τα καθιστά ευδιάκριτα και εύκολα ανευρέσιμα σε αυτούς.

Ο **συλλογικός χαρακτηρισμός ετικετών** (social tagging) αποτελεί μία ευρέως διαδεδομένη λειτουργία στις διαδικτυακές εφαρμογές του Παγκόσμιου Ιστού 2.0, με βάση την οποία οι χρήστες χρησιμοποιούν συλλογικά ετικέτες ελεύθερου κειμένου για να περιγράψουν και να χαρακτηρίσουν τα ψηφιακά αντικείμενα που διαμοιράζονται μεταξύ τους (Furner, 2007; Gupta et al., 2010; Vuorikari et al., 2010; Dahl & Vossen, 2008; Trant, 2009).

2.2.2 Πλεονεκτήματα Συλλογικού Χαρακτηρισμού Ετικετών

Σκοπός του συλλογικού χαρακτηρισμού ετικετών είναι (Trattner et al., 2011; Trant, 2009; Furner, 2007; Marlow et al., 2006):

α) Η **κατηγοριοποίηση** των ψηφιακών αντικειμένων με βάση τα γενικότερα επιμέρους χαρακτηριστικά τους (π.χ. θεματική ενότητα, τεχνική μορφή αρχείου, απευθυνόμενο κοινό, μέγεθος αρχείου, κ.α.), ούτως ώστε να είναι πιο εύκολα ανευρέσιμα από τους χρήστες μέσω της αναζήτησης είτε με λέξεις-κλειδιά ή με την τεχνική της αναζήτησης όψεων (faceted search)

β) Η **παρακίνηση** των χρηστών για αύξηση της συνεισφοράς τους στην περιγραφή των αντικειμένων, ούτως ώστε αυτά να περιγράφονται πληρέστερα, καθώς η χρήση ελεύθερου κειμένου είναι πιο προσιτή σε αυτούς έναντι της υιοθέτησης των προ-σχεδιασμένων προτύπων μεταδεδομένων από διεθνείς φορείς ή συμπράξεις φορέων.

γ) Η **αποδοτικότερη περιγραφή** των ψηφιακών αντικειμένων καθώς οι χρήστες περιγράφουν τα χαρακτηριστικά που θεωρούν οι ίδιοι πιο ουσιαστικά, σε αντίθεση με την αναγκαστική υιοθέτηση προτύπων μεταδεδομένων που αποτελούνται από πεδία επιλογών που έχουν οριστεί από διεθνείς φορείς ή συμπράξεις φορέων.

2.3 Συν-χαρακτηρισμός Ετικετών

2.3.1 Ορισμός

Ο όρος **συν-χαρακτηρισμός ετικετών** (co-tagging) περιγράφει την ενέργεια κατά την οποία δύο οι περισσότεροι χρήστες αναρτούν την ίδια ετικέτα σε ένα ή περισσότερα ψηφιακά αντικείμενα τα οποία διατίθενται από μία διαδικτυακή εφαρμογή συλλογικού χαρακτηρισμού. Η ετικέτα που χρησιμοποιείται από δύο ή περισσότερους χρήστες μπορεί να αναφέρεται στο ίδιο αλλά και σε διαφορετικά ψηφιακά αντικείμενα (Rodrigues & Milic-Frayling, 2011).

Πιο συγκεκριμένα, αν λάβουμε ως παράδειγμα την περίπτωση μία διαδικτυακής εφαρμογής κοινωνικού διαμοιρασμού φωτογραφιών, όπως είναι το Flickr, παρατηρούμε πως ένας χρήστης μπορεί να αναρτήσει μία φωτογραφία που να απεικονίζει ένα αξιοθέατο στην οποία να προσθέσει την ετικέτα «Παρίσι» και συγχρόνως ένας άλλος χρήστης να αναρτήσει μία άλλη φωτογραφία η οποία απεικονίζει ένα πρόσωπο και να προσθέσει την ίδια ετικέτα «Παρίσι». Παρόλο που το περιεχόμενο των φωτογραφιών είναι διαφορετικό σε

κάθε περίπτωση, αυτό που υποδηλώνεται από τη συμπεριφορά αυτών των χρηστών είναι πως έχουν επισκεφθεί την πόλη Παρίσι .

2.3.2 Πλεονεκτήματα Συν-χαρακτηρισμού Ετικετών

Σκοπός του συν-χαρακτηρισμού ετικετών είναι να οδηγήσει

α) στη **θεματική συσταδοποίηση** (clustering) των χρηστών με βάση το θεματικό περιεχόμενο των ετικετών που αναρτούν αυτοί συν-χαρακτηρίζοντας ψηφιακά αντικείμενα (Rodrigues & Milic-Frayling, 2011),

β) σε **συμφωνία** μεταξύ των συν-χαρακτηριστών (co-taggers) για τα χαρακτηριστικά των ψηφιακών αντικειμένων που χαρακτηρίζονται (Marlow, 2006).

2.4 Κοινωνικά Δίκτυα Χρηστών

2.4.1 Ορισμός

Το σύνολο των παραγόντων (actors), δηλαδή των φυσικών προσώπων που δρουν στα πλαίσια μίας κοινότητας (φυσικής ή ψηφιακής), σε συνδυασμό με τις μεταξύ τους συνδέσεις που αναπτύσσονται, ονομάζεται **κοινωνικό δίκτυο** (Easley & Kleinberg, 2010; Ellison, 2007). Στην επιστήμη της Θεωρίας της Πληροφορίας και ειδικότερα όσον αφορά τον Παγκόσμιο Ιστό 2.0 και τις ψηφιακές κοινότητες, κοινωνικά δίκτυα μπορούν να αναπτυχθούν μεταξύ των χρηστών του Διαδικτύου με βάση οποιοδήποτε κοινό τους χαρακτηριστικό (Garton, et al., 1997). Αυτό σημαίνει πως κοινωνικό δίκτυο μπορεί να θεωρηθεί οποιοδήποτε σύνολο χρηστών διαθέτει ένα κοινό χαρακτηριστικό βάσει του οποίου μπορεί να δημιουργηθεί μία σύνδεση δικτύου μεταξύ δύο χρηστών. Κάθε κοινωνικό δίκτυο που αναπτύσσεται στον Παγκόσμιο Ιστό 2.0, μπορεί να χαρακτηριστεί σύμφωνα με τις ακόλουθες κύριες κατηγορίες: **α) Άμεσο Δίκτυο** και **β) Έμμεσο Δίκτυο** (Easley & Kleinberg, 2010).

2.4.1.1 Άμεσο Δίκτυο

Άμεσο Δίκτυο είναι αυτό το οποίο δημιουργείται όταν ένας χρήστης ρητά δηλώνει πως συνδέεται με κάποιον χρήστη. Σε ψηφιακές εφαρμογές αυτό επιτυγχάνεται είτε με τη λειτουργία αποστολής αιτημάτων φιλίας (friend request), είτε με τη λειτουργία δήλωσης ακολουθίας (follow). Παράλληλα, ο αποδέκτης των προαναφερθέντων αιτημάτων ή δηλώσεων με τη σειρά του δηλώνει πως αποδέχεται τη σύνδεση αυτή δημιουργώντας έτσι μία αμφίδρομη σχέση. Στις ψηφιακές εφαρμογές, η αμφίδρομη σχέση αυτή, υποδηλώνει

πως η εκάστοτε πληροφορία έχει δύο κατευθύνσεις: προς και από τον εκάστοτε συνδεδεμένο χρήστη. Για παράδειγμα, σε μία εφαρμογή κοινωνικού διαμοιρασμού περιεχομένου (π.χ. Facebook), η ανάρτηση μίας πληροφορίας ενός χρήστη κατευθύνεται προς προβολή σε έναν συνδεδεμένο με αυτόν χρήστη, ο οποίος με τη σειρά του μπορεί να αναρτήσει ένα σχετικό σχόλιο το οποίο να κατευθυνθεί στον αρχικό χρήστη. Στα σύγχρονα μέσα κοινωνικής δικτύωσης αυτό το είδος δικτύου συναντάται συχνά και είναι εύκολα ορατό, και το υιοθετούν εφαρμογές μέσω των οποίων οι χρήστες δηλώνουν ρητά πως είναι «φίλοι» με κάποιον χρήστη.

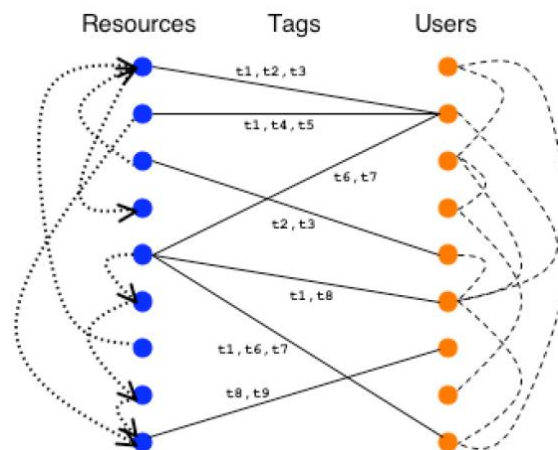
2.4.1.2 Έμμεσο Δίκτυο

Ως **Έμμεσο Δίκτυο** χαρακτηρίζεται το κοινωνικό δίκτυο στο οποίο οι συνδέσεις μεταξύ των χρηστών δεν αναπτύσσονται ρητά αλλά μέσω του καθορισμού κοινών χαρακτηριστικών που τους διέπουν. Δηλαδή, σε μία ψηφιακή εφαρμογή, οι χρήστες μπορεί να μην δηλώνουν πως συνδέονται μεταξύ τους ως «φίλοι», όπως συμβαίνει στην περίπτωση του Άμεσου Δικτύου που περιγράφηκε προηγουμένως, και να μην ανταλλάσσουν εμφανώς πληροφορίες και περιεχόμενο μεταξύ τους. Στην περίπτωση του Έμμεσου Δικτύου, οι χρήστες μπορεί να θεωρηθεί πως συνδέονται μεταξύ τους όταν εμφανίζουν μία κοινή συμπεριφορά. Για παράδειγμα, σε μία εφαρμογή κοινωνικής δικτύωσης δύο χρήστες που δεν είναι άμεσα συνδεδεμένοι μπορεί να έχουν καταγράψει ένα ενδιαφέρον τους ή μία ασχολία που να είναι ίδια. Επίσης αυτοί οι μη άμεσα συνδεδεμένοι χρήστες μπορεί να έχουν χρησιμοποιήσει τη λειτουργία ανάρτησης σχολίων σε μία ίδια φωτογραφία. Αυτό μπορεί να υποδηλώσει πως έχουν ένα κοινό ενδιαφέρον (με βάση το περιεχόμενο της φωτογραφίας) και να θεωρηθούν έμμεσα συνδεδεμένοι ως προς αυτό (Furnas et al., 2006). Επί παραδείγματι, στο δημοφιλές κοινωνικό δίκτυο Facebook ένα έμμεσο δίκτυο χρηστών που μπορεί να αναπτυχθεί είναι όταν θεωρήσουμε πως οι χρήστες που είναι μέλη σε μία συγκεκριμένη ομάδα και συνδέονται μεταξύ τους βάσει του κοινού τους ενδιαφέροντος που υποδηλώνεται από την ένταξη τους στη συγκεκριμένη ομάδα. Οι εν λόγω χρήστες μπορούν να αλληλεπιδρούν χωρίς να είναι ρητά συνδεδεμένοι μεταξύ τους.

2.4.2 Κοινωνικά Δίκτυα Συν-Χαρακτηρισμού Ετικετών

Το κοινωνικό δίκτυο συν-χαρακτηρισμού ετικετών είναι μία περίπτωση Έμμεσου Δικτύου. Όπως προαναφέρθηκε, στα συστήματα συλλογικού χαρακτηρισμού, οι χρήστες χαρακτηρίζουν με ετικέτες τα ψηφιακά αντικείμενα που αναρτούνται σε μία ψηφιακή εφαρμογή. Αυτές οι ετικέτες που αναρτούν οι χρήστες περιγράφουν κατά βάση το περιεχόμενο των ψηφιακών αντικειμένων. Πιο συγκεκριμένα, αν λάβουμε ως παράδειγμα

την περίπτωση μία διαδικτυακής εφαρμογής κοινωνικού διαμοιρασμού φωτογραφιών, όπως είναι το Flickr, παρατηρούμε πως ένας χρήστης μπορεί να αναρτήσει μία φωτογραφία που να απεικονίζει ένα αξιοθέατο στην οποία να προσθέσει την ετικέτα «Παρίσι» και συγχρόνως ένας άλλος χρήστης να αναρτήσει μία άλλη φωτογραφία η οποία απεικονίζει ένα πρόσωπο και να προσθέσει την ίδια ετικέτα «Παρίσι». Παρόλο που το περιεχόμενο των φωτογραφιών είναι διαφορετικό σε κάθε περίπτωση, αυτό που υποδηλώνεται από τη συμπεριφορά αυτών των χρηστών είναι πως έχουν επισκεφθεί την πόλη Παρίσι. Με βάση τη θεώρηση πως ένα δίκτυο μπορεί να αναπτυχθεί μέσω της κοινής συμπεριφοράς χρηστών ψηφιακών συστημάτων, όπως περιγράφηκε προηγουμένως για την περίπτωση των Έμμεσων Δικτύων, και όπως περιγράφηκε από τους Furnas et al., (2006), οι χρήστες αυτοί μπορούν να ενταχθούν σε ένα έμμεσο δίκτυο στο οποίο συμπεριλαμβάνονται όσοι χρήστες έχουν επισκεφθεί το Παρίσι, ώστε να μελετηθεί η συμπεριφορά τους από οποιαδήποτε πτυχή. Οι Rodrigues και Milic-Frayling (2011) σε μία σχετική μελέτη του κοινωνικού δικτύου διαμοιρασμού φωτογραφιών Flickr, διέκριναν το δίκτυο που δημιουργείται μεταξύ των χρηστών όταν δύο χρήστες έχουν χαρακτηρίσει ένα ψηφιακό αντικείμενο με την ίδια ετικέτα, σύμφωνα με το παράδειγμα που προαναφέρθηκε. Υπό αυτή την σκοπιά, μελέτησαν τη συμπεριφορά χρηστών ως προς το επίπεδο επιρροής κάποιων στη διάδοση πληροφοριών και δημιούργησαν υπό-συστάδες αναγνωρίζοντας διαφορετικά πρότυπα συμπεριφοράς από την ανάρτηση των φωτογραφιών.



Σχήμα 1: Μοντελοποίηση δικτύου συν-χαρακτηριστών ετικετών (Furnas et al., 2006)

2.5 Σύνοψη

Στο παρόν κεφάλαιο προσδιορίσαμε και αναλύσαμε τις βασικές έννοιες που απασχολούν την έρευνα της παρούσας Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας. Πιο συγκεκριμένα,

ορίστηκε η έννοια του Συλλογικού χαρακτηρισμού και περιγράφηκαν λεπτομερώς οι διαστάσεις του. Έπειτα προσδιορίστηκε η έννοια των κοινωνικών δικτύων και οι επιμέρους πτυχές τους, όπως επίσης και η διάκριση τους με βάση τον τρόπο με τον οποίο μπορεί να ορίσει κανείς τη σύνδεση μεταξύ διαφόρων χρηστών ούτως ώστε να συνθέσει ένα δίκτυο.

Κεφάλαιο 3: Ανάλυση Κοινωνικών Δικτύων σε Εφαρμογές Συλλογικού Χαρακτηρισμού

3.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται μία πλήρης περιγραφή της ανάλυσης κοινωνικών δικτύων. Έπειτα, παρουσιάζονται οι ερευνητικές εργασίες που έχουν πραγματοποιηθεί για τη μελέτη του συλλογικού χαρακτηρισμού και των δικτύων συν-χαρακτηρισμού ετικετών από τη σκοπιά της ανάλυσης κοινωνικών δικτύων τόσο σε εφαρμογές Web 2.0 όσο και ειδικότερα σε εφαρμογές του πεδίου της τεχνολογικά-υποστηριζόμενης μάθησης. Υπό αυτό το πρίσμα διακρίνονται τα ερευνητικά ερωτήματα που ανακύπτουν και αποτελούν το ερευνητικό πρόβλημα προς μελέτη, της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

3.2 Ανάλυση Κοινωνικών Δικτύων

3.2.1 Ορισμός

Όπως αναλύθηκε στην Ενότητα 2.4, τα κοινωνικά δίκτυα επί της ουσίας είναι ένα σύνολο συνδέσεων μεταξύ χρηστών, η σύνδεση των οποίων καθορίζεται από κάποιο κοινό χαρακτηριστικό (Marin & Wellman, 2010, Wasserman & Faust, 1994). Ειδικότερα από τη σκοπιά των White et al. (1976) τα κοινωνικά δίκτυα είναι το σύνολο των συμμετρικών προτύπων που εμφανίζουν οι σχέσεις μεταξύ συγκεκριμένων οντοτήτων. Η ανάλυση κοινωνικών δικτύων είναι η βαθύτερη μελέτη των κοινωνικών αυτών δικτύων όσον αφορά στην εικονική αποτύπωσή, στη δομή, στη μορφή των διασυνδέσεων, στα χαρακτηριστικά και στη συμπεριφορά των συνδεδεμένων χρηστών (Knoke & Yang, 2008). Έτσι, μπορεί να εξαχθεί γνώση για το εκάστοτε δίκτυο η οποία μπορεί να οδηγήσει σε χρήσιμα συμπεράσματα και στη λήψη αποφάσεων.

Η ανάλυση κοινωνικών δικτύων, είναι μία μέθοδος μελέτης των κοινωνικών δικτύων η οποία πραγματεύεται τη συμπεριφορά των χρηστών ενός κοινωνικού δικτύου εξετάζοντας α) την «αξία» του εκάστοτε χρήστη μέσα στο εκάστοτε δίκτυο, β) τον τρόπο που μεταδίδεται μία πληροφορία μέσω ενός δικτύου και γ) την εννοιολογική τοπολογία του (Tichy, et al., 1979). Στο πεδίο της Θεωρίας της Πληροφορίας, η ανάλυση κοινωνικών δικτύων εφαρμόζεται κατ' εξοχήν για τη μελέτη της πληροφορίας που διαδίδεται στο διαδίκτυο και των χρηστών που συμβάλουν σε αυτό (Otte & Rousseau, 2002).

Προς αυτή την κατεύθυνση, αναπτύχθηκαν αλγόριθμοι και μετρικές που αποτιμούν τις προαναφερθέντες πτυχές ανάλυσης κοινωνικών δικτύων και αποδίδουν μία πλήρη μελέτη για το σκοπό αυτό.

3.2.1.1 Αναπαράσταση τοπολογίας κοινωνικού δικτύου

Σύμφωνα με τους Garton et al. (1997), η τοπολογία ενός κοινωνικού δικτύου αναπαρίσταται με τη χρήση κόμβων και ακμών. Οι κόμβοι αντιπροσωπεύουν τον εκάστοτε χρήστη που ανήκει στο υπό μελέτη δίκτυο, ενώ οι ακμές υποδηλώνουν τη σύνδεση μεταξύ δύο χρηστών που ανήκουν στο δίκτυο αυτό. Οι ακμές μπορούν να είναι κατευθυνόμενες ή μη-κατευθυνόμενες, υποδηλώνοντας αντίστοιχα την αμφίδρομη ή τη μονόδρομη ροή της πληροφορίας μεταξύ των συνδεδεμένων κόμβων. Το σύνολο των κόμβων και των ακμών αποτελεί την αναπαράσταση του δικτύου σε μορφή γράφου. Στην ανάλυση κοινωνικών δικτύων, έχουν αναπτυχθεί σχετικοί αλγόριθμοι οι οποίοι συνυπολογίζουν την «αξία» του εκάστοτε κόμβου και τον τρόπο ροής της πληροφορίας στο υπό εξέταση δίκτυο (με τη χρήση μετρικών που αναλύονται εν συνεχεία) και αποδίδουν συγκεκριμένη διάταξη στους κόμβους και τις ακμές του δικτύου, ούτως ώστε η τελική αναπαράσταση να υποδηλώνει τα βασικά χαρακτηριστικά του δικτύου. Πιο συγκεκριμένα, οι εν λόγω αλγόριθμοι αποδίδουν συγκεκριμένο μήκος στις ακμές του δικτύου. Εν γένει, το κατά μέσο όρο μικρότερο μήκος ακμής υποδηλώνει μεγαλύτερη ταχύτητα διάδοσης της πληροφορίας μεταξύ δύο κόμβων, ενώ αντίστοιχα το μεγαλύτερο μήκος υποδηλώνει περισσότερο χρόνο διάδοσης της πληροφορίας στο δίκτυο αυτό. Επίσης, οι εν λόγω αλγόριθμοι αποδίδουν συγκεκριμένη θέση στους κόμβους του δικτύου, όπου οι πιο «σημαντικοί» κόμβοι (με βάση τις μετρικές ανάλυσης που περιγράφονται εν συνεχεία) βρίσκονται στο κέντρο του δικτύου, ενώ οι λιγότερο «σημαντικοί» παρατηρούνται στην περιφέρεια αυτού.

3.2.1.2 Ανάλυση της τοπολογίας ενός κοινωνικού δικτύου

Η αναπαράσταση της τοπολογίας ενός κοινωνικού δικτύου, όπως προαναφέρθηκε, εξυπηρετεί στην κατατοπιστική εννοιολογική απεικόνιση του δικτύου. Όμως δεν προσφέρει ακριβή στοιχεία και δεδομένα για τα χαρακτηριστικά του εκάστοτε γράφου ενός κοινωνικού δικτύου με σκοπό την πληρέστερη περιγραφή και μελέτη του (Scott, 2012). Προς αυτή την κατεύθυνση, αναπτύχθηκαν κατάλληλες μετρικές γράφων κοινωνικών δικτύων οι οποίες εξάγουν χρήσιμες πληροφορίες όπως το πλήθος των συνδέσεων, το πλήθος των χρηστών και τη γεωδαιτική απόσταση των κόμβων (Tang, et al., 2009). Συγχρόνως, οι μετρικές αυτές εξάγουν και πιο σύνθετες πληροφορίες όπως είναι το επίπεδο

συνδεσιμότητας ενός γράφου και το ποσοστό συσταδοποίησης υπό-ομάδων με πιο εξειδικευμένα χαρακτηριστικά του υπό εξέταση δικτύου.

3.2.1.3 Ανάλυση της συμπεριφοράς των χρηστών του κοινωνικού δικτύου

Οι προηγούμενες προσεγγίσεις μελέτης και ανάλυσης κοινωνικών δικτύων εξετάζουν το τη δομή και την αναπαράσταση ενός κοινωνικού δικτύου συνολικά. Όμως μία πλήρης ανάλυση ενός κοινωνικού δικτύου δεν μπορεί να περιοριστεί μόνο σε εν γένει προσεγγίσεις. Προς αυτή την κατεύθυνση, αναπτύχθηκαν μετρικές που μπορούν να εξάγουν πληροφορίες σε βάθος όσον αφορά στη συμπεριφορά του εκάστοτε χρήστη, το επίπεδο επιρροής του στο υπόλοιπο δίκτυο αλλά και την κατηγοριοποίηση της επίδρασης του σε αυτό το δίκτυο (Scott, 2012). Παρακάτω, παρατίθενται και περιγράφονται οι μετρικές αυτές (Orsahl, 2010). Εκτενέστερη ανάλυση τους παρατίθεται στην Ενότητα 4.2.3:

- **Κεντρικότητα Βαθμού (Degree Centrality):** Η εν λόγω μετρική αποτιμά τους κορυφαίους χρήστες ενός κοινωνικού δικτύου όσον αφορά το πλήθος των συνδέσεων που αναπτύσσουν, υποδηλώνοντας το δημοφιλή χαρακτήρα τους.
- **Ενδιάμεση Κεντρικότητα (Betweenness Centrality):** Η εν λόγω μετρική αποτιμά τους κορυφαίους χρήστες ενός κοινωνικού δικτύου όσον αφορά το επίπεδο στο οποίο συνεισφέρουν στη διάδοση πληροφοριών σε μη συνδεδεμένους χρήστες του δικτύου συμβάλλοντας έτσι στη δημιουργία νέων συνδέσεων και κατά συνέπεια στη συνεκτικότητα του δικτύου.
- **Κεντρικότητα Εγγύτητας (Closeness Centrality):** Η εν λόγω μετρική αποτιμά τους κορυφαίους χρήστες ενός κοινωνικού δικτύου όσον αφορά το επίπεδο στο οποίο συμβάλουν στην άμεση διάδοση πληροφοριών σε όλο το δίκτυο με βάση τη θέση τους μέσα σε αυτό.
- **Κεντρικότητα Ιδιοδιανύσματος (Eigenvector Centrality):** Η εν λόγω μετρική αποτιμά τους κορυφαίους χρήστες ενός κοινωνικού δικτύου όσον αφορά το πλήθος των συνδέσεων του οι οποίες με τις σειρά τους εμφανίζουν μεγάλη σημασία ως προς τις προαναφερθείσες μετρικές.

Αυτές οι μετρικές αποδίδουν σημαντικές πληροφορίες για τη συμπεριφορά των κόμβων από τέσσερις διαφορετικές πλευρές. Έτσι συμβάλουν στην πληρέστερη περιγραφή και μελέτη ενός κοινωνικού δικτύου.

3.2.2 Διαστάσεις της Ανάλυσης Κοινωνικών Δικτύων

Σύμφωνα με τους Knoke and Yang (2008), η Ανάλυση Κοινωνικών Δικτύων βασίζεται στις εξής τρεις επιμέρους παραδοχές:

- **[Δ1]** - Η ανάλυση κοινωνικών δικτύων πραγματεύεται τις διαρθρωτικές σχέσεις μεταξύ των υπό μελέτη οντοτήτων. Οι διαρθρωτικές αυτές σχέσεις εξυπηρετούν στην βαθύτερη μελέτη και κατανόηση των συμπεριφορών των οντοτήτων σε αντίθεση με άλλες τετριμμένες ιδιότητες όπως είναι τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των οντοτήτων. Επί παραδείγματι, αν θεωρήσουμε πως μελετάται η επιρροή ενός εκπαιδευτικού στο σχολικό περιβάλλον που εργάζεται. Αν λάβουμε ως ιδιότητα μέτρησης την οικογενειακή του κατάσταση, τότε δεν μπορούμε να κατανοήσουμε την υπό εξέταση συμπεριφορά. Αν όμως λάβουμε υπ' όψιν την οργανωσιακή ιεραρχία του εκπαιδευτηρίου στο οποίο εργάζεται και τη θέση του σε αυτή, τότε πιθανότατα να μπορέσουμε να υποθέσουμε την επιρροή του στο υπό εξέταση δίκτυο.
- **[Δ2]** - Η ανάλυση κοινωνικών δικτύων επιδρά στη δημιουργία αντιλήψεων και στη λήψη αποφάσεων. Η μελέτη των κατευθυνόμενων συνδέσεων μπορεί να βοηθήσει στην αναγνώριση των χρηστών ενός δικτύου που επιδρούν σε άλλους και τον τρόπο που επιτυγχάνεται αυτό. Επίσης, η μελέτη μη-κατευθυνόμενων συνδέσεων μπορεί να φέρει στην επιφάνεια ενδείξεις για τον τρόπο που λειτουργεί και εξελίσσεται ένα δίκτυο μέσω της σύνθετης ροής των πληροφοριών. Δηλαδή, αξιοποιώντας την ανάλυση των κοινωνικών δικτύων μπορεί κανείς να αναγνωρίσει πρότυπα μεταξύ των συνδέσεων ενός δικτύου μέσω των οποίων να γίνει αντιληπτή η συμπεριφορά των χρηστών ή/και ο τρόπος που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους.
- **[Δ3]** - Η ανάλυση των κοινωνικών δικτύων, είναι μία δυναμική διεργασία μελέτης των κοινωνικών δικτύων καθώς τα τελευταία δεν λαμβάνονται υπ' όψιν ως στατικές δομές, καθώς οι σχέσεις μεταξύ των οντοτήτων συνεχώς αλλάζουν και εξελίσσονται. Έτσι, με την αξιοποίηση της ανάλυσης των κοινωνικών δικτύων μπορεί να μελετηθεί η εξέλιξη του δικτύου συναρτήσει του χρόνου. Πιο συγκεκριμένα, η ανάλυση των κοινωνικών δικτύων συμβάλει στη μελέτη της εξέλιξης ενός δικτύου συναρτήσει του χρόνου με απώτερο στόχο την πρόβλεψη της πορείας του. Αυτό μπορεί να συνεισφέρει στην λήψη προληπτικών αποφάσεων.

Η αντιστοίχιση των ως άνω παραδοχών και διαστάσεων της Ανάλυσης Κοινωνικών Δικτύων συναντάται σε κάθε ένα από τα τρία ερευνητικά ερωτήματα της παρούσα Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας. Πιο συγκεκριμένα:

Όσον αφορά το Ερευνητικό Ερώτημα 1 (όπως αυτό παρουσιάζεται στην Περίληψη και αναλύεται στην Ενότητα 3.4), η μελέτη που πραγματοποιείται για να απαντηθεί το εν λόγω ερώτημα αξιοποιεί τη Διάσταση [Δ1], ούτως ώστε να ληφθεί υπόψη τη συμπεριφορά των κεντρικότερων χρηστών με βάση τις μετρικές κεντρικότητας, μέσα από τη δράση τους στο ίδιο το δίκτυο και έτσι να εξαχθούν συμπεράσματα για την επιρροή των χρηστών αυτών στη συμπεριφορά του Δικτύου.

Όσον αφορά το Ερευνητικό Ερώτημα 2 (όπως αυτό παρουσιάζεται στην Περίληψη και αναλύεται στην Ενότητα 3.4), αξιοποιείται η Διάσταση [Δ2] με σκοπό να αναγνωρισθούν πρότυπα και χαρακτηριστικά των χρηστών και να εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με το συγκεκριμένο προφίλ αυτών. Δηλαδή η συμπεριφορά των χρηστών ως προς τις ετικέτες συλλογικού χαρακτηρισμού που χρησιμοποιούν φέρνει στην επιφάνεια ενδείξεις για την κατηγοριοποίηση των χρηστών σε εκπαιδευτικές θεματικές ενότητες.

Όσον αφορά το Ερευνητικό Ερώτημα 3 (όπως αυτό παρουσιάζεται στην Περίληψη και αναλύεται στην Ενότητα 3.4), αξιοποιείται η Διάσταση [Δ3], κατά την οποία το δίκτυο δεν είναι μία στατική δομή. Οι εξέλιξη των σχέσεων μεταξύ των χρηστών επιφέρουν και εξέλιξη του δικτύου ως προς τη δομή του σε σχέση με το χρόνο. Με βάση αυτή τη διάσταση, στην παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, μελετάται η εξέλιξη των σχέσεων και των συνδέσεων μεταξύ των χρηστών σε σχέση με το χρόνο ούτως ώστε να αναγνωρισθούν πρότυπα ανάπτυξης και εν συνεχεία να αναγνωριστεί η τάση εξέλιξης του δικτύου στο μέλλον.

3.2.3 Εργαλεία Ανάλυσης Κοινωνικών Δικτύων

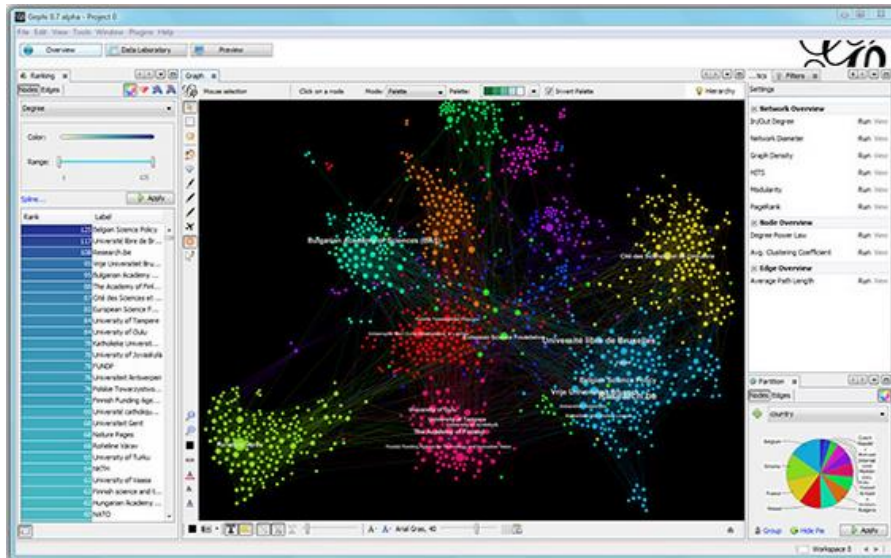
Για τη μέτρηση των αλγορίθμων και των μετρικών ανάλυσης κοινωνικών δικτύων που περιγράφηκαν ανωτέρω, αλλά επίσης και για την αναπαράσταση αυτών και των γράφων των υπό μελέτη δικτύων έχουν υλοποιηθεί τεχνολογικά εργαλεία τα οποία ενσωματώνουν τους εν λόγω αλγόριθμους και τις μετρικές, όπως για παράδειγμα το Gephi¹, το NetMiner², το SocNetV³ και το NodeXL⁴.

¹ URL: <http://gephi.github.io/>

² URL: <http://www.netminer.com/main/main-read.do>

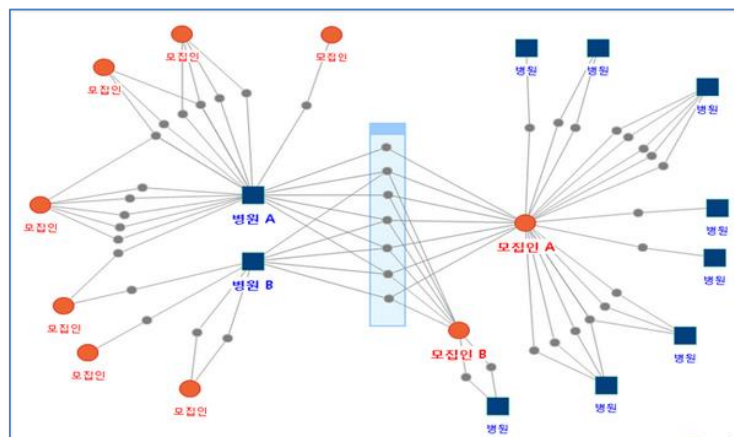
³ URL: <http://socnetv.sourceforge.net/author/>

Το εργαλείο Gephi υιοθετεί μεγάλο πλήθος μετρικών ανάλυσης κοινωνικών δικτύων και αναπαράσταση γράφων δικτύου. Επίσης είναι ανοικτού λογισμικού και διατίθεται δωρεάν και καθίσταται ένα από τα πιο ευρέως διαδεδομένα λογισμικά.



Σχήμα 2: Στιγμιότυπο διεπιφάνειας χρήσης του λογισμικού Gephi

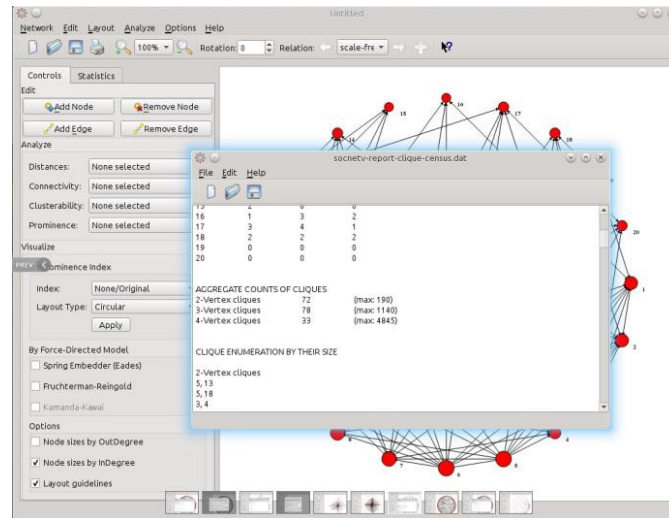
Το εργαλείο NetMiner είναι πλήρες όσον αφορά στις μετρικές ανάλυσης κοινωνικών δικτύων που ενσωματώνει αλλά και στην απεικόνιση των γράφων. Διαθέτει περαιτέρω λειτουργίες για τη διαχείριση των δεδομένων που μπορεί να εισάγει ο χρήστης με σκοπό την εξαγωγή πολλαπλών αποτελεσμάτων. Το λογισμικό αυτό διατίθεται επί πληρωμή από την ιστοσελίδα του προμηθευτή.



Σχήμα 3: Στιγμιότυπο διεπιφάνειας χρήσης του λογισμικού NetMiner

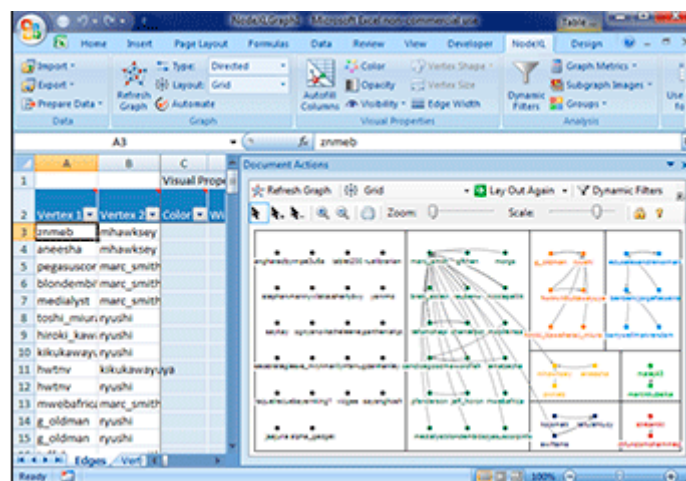
⁴ URL: <http://nodexl.codeplex.com/>

Το εργαλείο SocNetV είναι ένα εργαλείο ανάλυσης κοινωνικών δικτύων και αναπαράστασης των γράφων το οποίο ενσωματώνει μόνο τις βασικότερες μετρικές και αλγόριθμους. Είναι ανοικτού λογισμικού και διατίθεται δωρεάν από την Ιστοσελίδα του προμηθευτή.



Σχήμα 4: Στιγμιότυπο διεπιφάνειας χρήσης του λογισμικού SocNetV

Το εργαλείο NodeXL είναι ένα εργαλείο ανάλυσης κοινωνικών δικτύων ανοικτού λογισμικού και δωρεάν διάθεσης που αναπτύχθηκε από την Microsoft. Ενσωματώνει τις περισσότερες από τις μετρικές ανάλυσης κοινωνικών δικτύων και τους αλγόριθμους αναπαράστασης των γράφων.



Σχήμα 5: Στιγμιότυπο διεπιφάνειας χρήσης του λογισμικού NodeXL

Το εργαλείο NodeXL θεωρείται πληρέστερο ως προς τη δυνατότητα που παρέχει στους χρήστες α) να αναπαριστούν γράφους δικτύων και β) να υπολογίζουν μετρικές και

αναλυτικά δεδομένα των δικτύων, με άμεσο και αυτοματοποιημένο τρόπο, χωρίς να απαιτείται ιδιαίτερη τεχνική κατάρτιση (Smith et al., 2009).

Πιο συγκεκριμένα, το εργαλείο NodeXL έχει τα ακόλουθα κύρια χαρακτηριστικά που εξυπηρετούν καλύτερα την ανάλυση ενός κοινωνικού δικτύου:

- Φιλική προς το χρήστη διεπιφάνεια χρήσης, με κατηγοριοποιημένες λειτουργίες και συνεχείς υποδείξεις για την ορθή χρήση της κάθε μίας
- Οπτικοποίηση του γράφου του δικτύου με πολλές επιλογές μορφοποίησης, σχεδίασης και αναπαράστασης
- Εύκολη και άμεση ανάλυση δεδομένων και παραγωγή αποτελεσμάτων, τα οποία αφορούν τα δεδομένα του δικτύου
- Αυτοματοποιημένες συλλογικές ενέργειες για την παράλληλη ομαδοποίηση των αποτελεσμάτων, τη δημιουργία συστάδων και τον υπολογισμό των μετρικών που περιγράφουν το δίκτυο.

Το NodeXL αποτελεί ένα εργαλείο με το οποίο ο χρήστης μπορεί να εισάγει τα δεδομένα και αρκετά εύκολα να οπτικοποιήσει το γράφο του δικτύου και να αναπαραστήσει τη δομή του με πολλούς τρόπους που παρέχονται αυτοματοποιημένα από το εργαλείο. Έπειτα μπορεί να δημιουργήσει ομάδες χρηστών και σχετικές συστάδες οι οποίες διακρίνονται από το δίκτυο με την χρήση των κατάλληλων αυτοματοποιημένων επιλογών. Τέλος, επίσης αυτοματοποιημένα αποδίδονται τα αποτελέσματα των μετρικών ανάλυσης του δικτύου συνοδευόμενα από γραφήματα.

3.3 Εφαρμογές της Ανάλυσης Κοινωνικών Δικτύων Συν-χαρακτηρισμού Ετικετών

Οι διαδικτυακές εφαρμογές πλέον προσφέρουν τη δυνατότητα στους χρήστες να συνεισφέρουν και να διαχειριστούν τις πληροφορίες που διακινούνται στο διαδίκτυο. Εν αντιθέσει με παλαιότερα που ήταν απλά καταναλωτές πληροφοριών, πλέον μπορούν να αναρτούν πληροφορίες και να τις διαμοιράζονται μεταξύ τους. Πολλοί ερευνητές, έχουν στραφεί στη μελέτη της συμπεριφοράς των χρηστών που αλληλεπιδρούν σε αυτές τις εφαρμογές. Πιο συγκεκριμένα, λαμβάνοντας υπ' όψιν το κοινωνικό δίκτυο χρηστών συλλογικού χαρακτήρισμού, οι παρακάτω ερευνητές μελέτησαν την εν λόγω δράση τους στις ακόλουθες κοινωνικές διαδικτυακές εφαρμογές.

3.3.1 Η περίπτωση της διαδικτυακής εφαρμογής Flickr

Οι Negoescu και Gatica-Perez (2010) ανέλυσαν το κοινωνικό δίκτυο χρηστών που αλληλεπιδρούν μέσω της διαδικτυακής εφαρμογής διαμοιρασμού ψηφιακών φωτογραφιών Flickr. Πιο συγκεκριμένα, ανέλυσαν τη συμπεριφορά 22.000 χρηστών της εν λόγω εφαρμογής. Από τους εν λόγω χρήστες επέλεξαν τις 500 πιο πρόσφατες φωτογραφίες που έχει αναρτήσει έκαστος στην εφαρμογή και τις 23 εκατομμύρια ετικέτες που συνοδεύουν το συνολικό πλήθος αυτών των φωτογραφιών. Εφαρμόζοντας τη μέθοδο της ανάλυσης κοινωνικών δικτύων χρηστών, αρχικά διέκριναν τους χρήστες σε ομάδες με βάση τις ετικέτες των φωτογραφιών που χρησιμοποιούσαν. Δηλαδή, ομαδοποίησαν τις ετικέτες θεωρώντας πως κάθε μία μπορεί να ενταχθεί σε μία μεγαλύτερη κατηγορία θεματικής ενότητας. Ακολούθως, ομαδοποίησαν και τους χρήστες οι οποίοι αξιοποιούσαν τις ετικέτες που ανήκαν σε μία συγκεκριμένη θεματική ενότητα. Έπειτα ανέλυσαν τις επιμέρους αυτές ομάδες και την κατανομή του πλήθους των ετικετών ως προς το πλήθος των ομάδων και με βάση τα προαναφερθέντα πρότειναν νέους τρόπους αναζήτησης και αλληλεπίδρασης μεταξύ των χρηστών. Πιο συγκεκριμένα, αναγνώρισαν πως αν οι χρήστες διαχωριστούν σε θεματικές συστάδες με βάση τις ετικέτες που αξιοποιούν τότε μπορούν να βελτιώσουν τη διαδικασία αναζήτησης των φωτογραφιών συνδυάζοντας τις λέξεις κλειδιά που χρησιμοποιεί ο εκάστοτε χρήστης με τις ετικέτες που ανήκουν σε μία θεματική συστάδα ώστε να του επιστραφούν πιο σχετικά αποτελέσματα συμβάλλοντας έτσι στη μεγαλύτερη ταχύτητα εύρεσης ενός επιθυμητού αντικειμένου.

3.3.2 Η περίπτωση της διαδικτυακής εφαρμογής Twitter

Παρόμοια προσέγγιση ακολούθησαν και οι Shamma et al. (2009) εστιάζοντας στην ανάλυση της συμπεριφοράς των χρηστών μέσα σε μία συγκεκριμένη υπό-ομάδα του υπό μελέτη κοινωνικού δικτύου. Πιο συγκεκριμένα, οι Shamma et al. θέλησαν να μελετήσουν τη διαδικτυακή εφαρμογή Twitter η οποία χρησιμοποιείται από τους χρήστες ώστε να αναρτήσουν ένα σύντομο κείμενο περιγράφοντας κυρίως τις απόψεις τους. Το Twitter δίνει τη δυνατότητα της εισαγωγής ετικετών σε κάθε ανάρτηση του εκάστοτε χρήστη ούτως ώστε να ομαδοποιούνται οι αναρτήσεις που ανήκουν σε ίδια θεματική ενότητα. Έτσι, οι χρήστες μπορούν να ανακαλύπτουν απόψεις και αναρτήσεις για συγκεκριμένα θέματα που τους ενδιαφέρουν.

Για το σκοπό της μελέτης τους οι εν λόγω ερευνητές θέλησαν να μελετήσουν τις αναρτήσεις που πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια του δημοσίου διαλόγου ανάμεσα σε

δύο υποψήφιους προέδρους της Αμερικής. Έτσι μελέτησαν τις αναρτήσεις που είχαν ομαδοποιηθεί με τις συγκεκριμένες ετικέτες. Αναλυτικότερα, εκμαίευσαν 3.238 αναρτήσεις από 1.160 χρήστες. Εφαρμόζοντας τη μέθοδο της ανάλυσης κοινωνικών δικτύων αναπαρέστησαν το γράφο του δικτύου των χρηστών που συνδέονταν μέσω των αναρτήσεων των οποίων είχαν χαρακτηρίσει με την ίδια ετικέτα. Από την αναπαράσταση του γράφου κατάφεραν να διακρίνουν τις συστάδες των χρηστών που δημιουργήθηκαν με βάση της δημοσιευμένες απόψεις τους. Επειδή οι ετικέτες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν αρκετά περιγραφικές ώστε να αποτυπώνει ο χρήστης κατά κάποιο τρόπο την άποψη ή τη στάση του, οι ερευνητές κατόρθωσαν έτσι να αποτυπώσουν ένα γράφο με τις απόψεις των χρηστών αλλά συγχρόνως και το πλήθος των χρηστών που τις ακολουθούν. Έπειτα, οι εν λόγω ερευνητές χρησιμοποίησαν τις μετρικές ανάλυσης κοινωνικών δικτύων ώστε να αποτιμήσουν την επιρροή των πιο σημαντικών χρηστών. Δηλαδή, με αυτό τον τρόπο εντόπισαν τους χρήστες που επηρέασαν τους υπόλοιπους στη διαμόρφωση και τη διάδοση απόψεων.

3.3.3 Η περίπτωση της διαδικτυακής εφαρμογής *Microsoft Live Q&A*

Οι Welser et al. (2009) θέλησαν να μελετήσουν τη συμπεριφορά των χρηστών στο Microsoft Live Q&A, η οποία είναι μία διαδικτυακή εφαρμογή στην οποία οι χρήστες μεταξύ τους αναρτούν ερωτήσεις και απαντήσεις. Ο εκάστοτε χρήστης μπορεί να προσθέσει ετικέτες στην ερώτηση που αναρτά. Έτσι, οι ερωτήσεις ομαδοποιούνται με βάση την εκάστοτε θεματική ενότητα στην οποία ανήκουν όπως αυτή καθορίζεται από τις επιμέρους ετικέτες. Με αυτό τον τρόπο, οι χρήστες μπορούν να πλοηγηθούν μεταξύ ερωτήσεων και απαντήσεων που τους ενδιαφέρουν, χωρίς να παρεμβάλλονται στην αναζήτηση τους πληροφορίες που δεν ενδιαφέρονται να λάβουν.

Οι εν λόγω ερευνητές, θεώρησαν πως οι χρήστες που έχουν αναρτήσει ερωτήσεις και απαντήσεις χρησιμοποιώντας την ίδια ετικέτα αποτελούν μία σύνδεση τους δικτύου χρηστών ως προς αυτό το κοινό τους ενδιαφέρον και κατά συνέπεια με αυτό τον τρόπο ομαδοποίησαν του χρήστες. Καθώς η εν λόγω εφαρμογή αποτελούταν από αρκετούς μη ενεργούς χρήστες, οι ερευνητές συνέλεξαν δεδομένα από τους κορυφαίους 10% χρήστες του δικτύου οι οποίοι αποτελούσαν το πιο αντιπροσωπευτικό δείγμα. Αυτοί οι χρήστες ήταν 288 και οι ερωτήσεις και απαντήσεις που είχαν αναρτήσει, ανέρχονταν στις 5.972.

Αυτό που θέλησαν να μελετήσουν οι Welser et al. (2009), ήταν ο βαθμός της συσχέτισης μεταξύ των χρηστών που χαρακτηρίζουν με ετικέτες τις ερωτήσεις και απαντήσεις και αυτών που απαντούν πολύ συχνά στις ερωτήσεις άλλων χρηστών. Δηλαδή, αν η

συνεισφορά ετικετών βοηθά στη διαμόρφωση μίας συμπεριφοράς από μέρους των χρηστών κατά την οποία αυτοί απαντούν σε αρκετές ερωτήσεις και έτσι βοηθούν περισσότερους χρήστες της κοινότητας. Τα αποτελέσματα τους μετά την εφαρμογή της ανάλυσης κοινωνικών δικτύων επιβεβαίωσαν την προαναφερθείσα υπόθεση.

3.3.4 Η περίπτωση της διαδικτυακής εφαρμογής Dogear

Το Dogear αποτελεί μία εφαρμογή κοινωνικού χαρακτηρισμού με την οποία οι χρήστες μπορούν να διαμοιράζονται τους σελιδοδείκτες των ιστοσελίδων που επισκέπτονται. Επιπροσθέτως, παρέχει στους χρήστες τη δυνατότητα να χαρακτηρίζουν τους εκάστοτε σελιδοδείκτες ιστοσελίδων με ετικέτες συλλογικού χαρακτηρισμού ούτως ώστε αυτοί να είναι εύκολα ανευρέσιμοι από τους υπόλοιπους στο ίδιο δίκτυο της εφαρμογής. Οι Millen και Feinberg (2006) θεώρησαν πως ένα δίκτυο αναπτύσσεται μεταξύ των χρηστών που έχουν χρησιμοποιήσει τις ίδιες ετικέτες συλλογικού χαρακτηρισμού σε κοινωνικούς σελιδοδείκτες και με την ανάλυση κοινωνικών δικτύων χρηστών μελέτησαν τις συστάδες που δημιουργούνται από χρήστες με κοινά ενδιαφέροντα. Έπειτα, μελέτησαν την εκάστοτε συστάδα με σκοπό να εντοπίσουν κοινά πρότυπα συμπεριφοράς που εμφανίζουν οι χρήστες μέσα σε αυτές. Έτσι, παρατήρησαν πως οι χρήστες που ανήκουν στην ίδια συστάδα ενδιαφέροντος έχουν την τάση να ανακαλύπτουν συνεχώς και περισσότερες ιστοσελίδες μέσα από την πλοήγηση των ιστοσελίδων που χαρακτηρίζονται κοινωνικά από τους χρήστες της ίδιας συστάδας. Αυτό δείχνει να δημιουργείται ένα δίκτυο που χαρακτηρίζεται εμπιστοσύνη μεταξύ των χρηστών και βοηθά στην αυξανόμενη χρήση της εφαρμογής και κατά συνέπεια την επέκτασή της.

3.3.5 Η περίπτωση της διαδικτυακής εφαρμογής Del.icio.us

Το Del.icio.us αποτελεί ακόμα μία εφαρμογή κοινωνικού χαρακτηρισμού. Όπως και στην περίπτωση του Dogear που προαναφέρθηκε, οι χρήστες μπορούν να διαμοιράζονται σελιδοδείκτες ιστοσελίδων μέσα στο δίκτυο αυτό. Επίσης, μπορούν να χαρακτηρίζουν τους σελιδοδείκτες με ετικέτες συλλογικού χαρακτηρισμού ούτως ώστε να πραγματοποιείται μία ταξινόμηση των σελιδοδεικτών με βάση τα ενδιαφέροντα των χρηστών. Οι Halpin et al., (2007) ανέλυσαν το κοινωνικό δίκτυο των χρηστών της εν λόγω εφαρμογής το οποίο αναπτύσσεται ανάμεσα στους χρήστες που έχουν χρησιμοποιήσει την ίδια ετικέτα για να χαρακτηρίσουν συλλογικά τους κοινωνικούς σελιδοδείκτες. Η έρευνά τους εστίασε στην ανάλυση του γράφου του δικτύου και στην μελέτη των κατανομών του πλήθους των ετικετών ως προς τις επί μέρους τιμές των centralities των χρηστών. Έτσι, εντόπισαν πως με

την πάροδο του χρόνου οι κεντρικοί χρήστες που επηρεάζουν το δίκτυο στη χρήση συγκεκριμένων ετικετών συμβάλουν στην εξισορρόπηση του συστήματος συλλογικού χαρακτηρισμού. Δηλαδή, σταδιακά οι χρήστες χρησιμοποιούν παρόμοιες ετικέτες για τον χαρακτηρισμό των κοινωνικών σελιδοδεικτών δημιουργώντας έτσι μία συνοχή στο χαρακτηρισμό. Έτσι, οι χρήστες σταδιακά γνωρίζουν έναν κοινό τρόπο επικοινωνίας που τους βοηθά στην ανακάλυψη της πληροφορίας, ενώ σε αντίθετη περίπτωση θα ήταν πιο δύσκολο ή θα απαιτούσε μεγαλύτερο κόστος για να πραγματοποιηθεί αυτό.

3.4 Ορισμός Προβλήματος

Η ανάλυση κοινωνικών δικτύων συν-χαρακτηρισμού ετικετών σε εφαρμογές του Παγκόσμιου Ιστού 2.0, έχει μελετηθεί ήδη από ερευνητές σε διάφορα πεδία εφαρμογών όπως διαμοιρασμός πολυμεσικού περιεχομένου (φωτογραφίες, βίντεο) (Negoescu & Gatica-Perez, 2010; Shamma et al., 2009), διαμοιρασμός διαδικτυακών σελιδοδεικτών (Millen & Feinberg, 2006; Halpin et al., 2007), διαχείριση ερωτήσεων και απαντήσεων (Welser et al., 2009). Πιο συγκεκριμένα, αναλύοντας το δίκτυο συν-χαρακτηρισμού ετικετών του Παγκόσμιου Ιστού 2.0 έχει μελετηθεί, μεταξύ άλλων: (α) το κατά πόσο οι κεντρικότεροι χρήστες επηρεάζουν την αύξηση της χρήσης του συλλογικού χαρακτηρισμού στις εκάστοτε εφαρμογές (Welser et al., 2009; Millen & Feinberg, 2006; Halpin et al., 2007) (β) ο εντοπισμός συστάδων (clusters) χρηστών και η ανάλυση αν αυτές χαρακτηρίζουν θεματικές ενότητες για τις οποίες ενδιαφέρονται οι χρήστες των εκάστοτε εφαρμογών (Negoescu & Gatica-Perez, 2010; Shamma et al., 2009) και (γ) η χρονική εξέλιξη του κοινωνικού δικτύου ώστε να αναγνωριστούν μοτίβα για την πιθανή μελλοντική ανάπτυξη του δικτύου συν-χαρακτηρισμού ετικετών (Mislove et al., 2008).

Ταυτόχρονα, ο συλλογικός χαρακτηρισμός ετικετών υιοθετείται και σε αρκετά **ψηφιακά αποθετήρια μαθησιακών αντικειμένων** (Learning Object Repositories) (Zervas et al., 2014). Στην περίπτωση αυτή, το δίκτυο συν-χαρακτηρισμού ετικετών αναπτύσσεται μεταξύ των χρηστών οι οποίοι προσθέτουν την ίδια ετικέτα στα ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα. Σύμφωνα με τους Cela et al. (2014) και Sie et al. (2012) αλλά και από την ενδελεχή μελέτη της βιβλιογραφίας (Rabbany et al., 2011; Ullrich, et al., 2010; Klamma, et al., 2006; Lin, et al., 2014), έως τώρα δεν έχει μελετηθεί και αναλυθεί το δίκτυο συν-χαρακτηρισμού ετικετών που αναπτύσσεται στις Ψηφιακές Αποθήκες Μαθησιακών Αντικειμένων σε σχέση με τα αντίστοιχα ερωτήματα που αναφέραμε παραπάνω και έχουν ήδη μελετηθεί σε άλλες εφαρμογές του Παγκόσμιου Ιστού 2.0. Έως τώρα η μελέτη του συλλογικού χαρακτηρισμού στο πεδίο της τεχνολογικά υποστηριζόμενης μάθησης εστιάζει στη μέτρηση της

προστιθέμενης αξίας του συλλογικού χαρακτηρισμού σε σύγκριση με την χρήση προτύπων μεταδεδομένων που αξιοποιούν κλειστά λεξιλόγια χαρακτηρισμού (Vuorikari & Ochoa, 2009), στη μέτρηση της αύξησης της συχνότητας συνεισφοράς ετικετών από τους χρήστες (Vuorikari et al., 2010) και στην αύξηση του πλήθους των ετικετών που χρησιμοποιούνται για τον χαρακτηρισμό Μαθησιακών Αντικειμένων σε Ψηφιακά Αποθετήρια Μαθησιακών Αντικειμένων (Zervas & Sampson, 2014).

Υπό αυτό το πλαίσιο, η παρούσα μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία έχει ως σκοπό να μελετήσει το δίκτυο συν-χαρακτηρισμού ετικετών στα ψηφιακά αποθετήρια μαθησιακών αντικειμένων και να απαντήσει στα ακόλουθα ερωτήματα προς μελέτη:

- **Ερώτημα 1:** Πως επηρεάζει η κεντρικότητα των χρηστών (user centrality) την αύξηση της χρήσης του συλλογικού χαρακτηρισμού προς την κατεύθυνση της πληρέστερης περιγραφής των μαθησιακών αντικειμένων και τη χρήση έγκυρων και κοινώς αποδεκτών ετικετών από το σύνολο των χρηστών?
- **Ερώτημα 2:** Πως οι συστάδες των χρηστών που δημιουργούνται από το συν-χαρακτηρισμό ετικετών απεικονίζουν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του προφίλ των χρηστών?
- **Ερώτημα 3:** Μπορούν να αναγνωριστούν μοτίβα ανάπτυξης σε σχέση με το χρόνο του κοινωνικού δικτύου συν-χαρακτηρισμού ετικετών με σκοπό την αναγνώριση τάσεων για τη μελλοντική εξέλιξη του εν λόγω δικτύου?

3.5 Σύνοψη

Στο παρόν κεφάλαιο περιγράφηκαν και αναλύθηκαν οι μετρικές ανάλυσης κοινωνικών δικτύων χρηστών. Έπειτα παρουσιάστηκαν τα εργαλεία τα οποία εφαρμόζουν τις προαναφερθείσες μετρικές και αλγορίθμους με σκοπό να αυτοματοποιήσουν την ανάλυση των κοινωνικών δικτύων και να συμβάλουν στην αναπαράσταση των γράφων. Τέλος, πραγματοποιήθηκε μία επισκόπηση των ερευνητικών εργασιών που μελετούν την ανάλυση των κοινωνικών δικτύων σε διάφορες εφαρμογές του Παγκόσμιου Ιστού 2.0 και εντοπίστηκε η έλλειψη παρόμοιων εργασιών στο πεδίο της Τεχνολογικά-υποστηριζόμενης μάθησης και εν τέλει προσδιορίστηκε το ερευνητικό πρόβλημα που θα μελετηθεί στην παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία.

Κεφάλαιο 4: Σχεδιασμός και Μεθοδολογία Έρευνας

4.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο περιγράφεται η διαδικασία με την οποία μελετάται και εξετάζεται το ερευνητικό πρόβλημα. Πιο συγκεκριμένα δίνεται μία λεπτομερής περιγραφή του δείγματος, και στη συνέχεια περιγράφεται η διαδικασία της προετοιμασίας των δεδομένων. Τέλος, αναλύονται και ερμηνεύονται οι μετρικές ανάλυσης στα πλαίσια του κοινωνικού δικτύου συν-χαρακτηρισμού ετικετών που μελετάται. Το παρόν κεφάλαιο σκοπεύει στη λεπτομερή περιγραφή των ερευνητικών μεθόδων της παρούσας εργασίας.

4.2 Ερευνητική Μέθοδος

4.2.1 Επιλογή Δείγματος

Το ερευνητικό δείγμα επιλέχθηκε από το ψηφιακό αποθετήριο Open Science Resources Portal (OSR)⁵ το οποίο αναπτύχθηκε στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού Έργου Open Science Resources και αποτελεί ένα ψηφιακό αποθετήριο το οποίο εστιάζει στην αποθήκευση, τη διαχείριση και το διαμοιρασμό ψηφιακών μαθησιακών αντικειμένων της εκπαιδευτικής θεματικής ενότητας «Φυσικών Επιστημών» (Science). Οι χρήστες του εν λόγω αποθετηρίου μπορούν να αναρτούν ή/και να χρησιμοποιούν ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα. Τα μαθησιακά αυτά αντικείμενα μπορούν να χαρακτηρίζονται από τους χρήστες με ετικέτες συλλογικού χαρακτήρισμού. Το ψηφιακό αποθετήριο OSR περιέχει 1.919 ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα και τα οποία έχουν χαρακτηριστεί με 17.280 ετικέτες συλλογικού χαρακτήρισμού από 2.150 εγγεγραμμένους χρήστες. Πιο συγκεκριμένα τα 1.919 ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα αναλύονται σε 1.545 ψηφιακούς μαθησιακούς πόρους και 374 σχέδια μαθημάτων τα οποία διατίθενται στους χρήστες από το Μάιο του 2010 για 5 συναπτά έτη. Μία ανάλυση του επιλεχθέντος δείγματος για την περίοδο της δειγματοληψίας (Μάιος 2010 – Οκτώβριος 2014) αποτυπώνεται στον Πίνακα 1 που ακολουθεί.

⁵ URL: <http://www.osrportal.eu/en/repository>

Πίνακας 1: Ανάλυση του Επιλεγθέντος Δείγματος

A. Πηγή Δείγματος	Open Science Resources Repository
B. Σύνολο Ψηφιακών Μαθησιακών Αντικειμένων (B.1+B.2)	1.919
B.1 Πλήθος Ψηφιακών Μαθησιακών Πόρων	1.545
B.2 Πλήθος Σχεδίων Μαθημάτων	374
Γ. Περίοδος Συλλογής Δεδομένων σε έτη (Γ.2-Γ.1)	4,42
Γ.1 Ημερομηνία Πρώτου Συλλογικού Χαρακτηρισμού σε Ψηφιακό Μαθησιακό Αντικείμενο	1 ^η Μαΐου 2010
Γ.2 Ημερομηνία Τελευταίου Συλλογικού Χαρακτηρισμού σε Ψηφιακό Μαθησιακό Αντικείμενο	1 ^η Οκτωβρίου 2014
Δ. Τελικό Πλήθος Ετικετών Συλλογικού Χαρακτηρισμού μετά την Επεξεργασία (Δ.1-Δ.2)	11.175
Δ.1 Αρχικό Πλήθος Ετικετών Συλλογικού Χαρακτηρισμού	17.280
Δ.2 Πλήθος Ετικετών που Απορρίφθηκαν	6.105
E. Τεχνική Δημιουργίας Συνοχής Καταλήξεων	Porter Stemming Algorithm
ΣΤ. Πλήθος Ετικετών Συλλογικού Χαρακτηρισμού που Μεταφράστηκαν στα Αγγλικά (Δ-ΣΤ.1)	7.023
ΣΤ.1 Πλήθος Ετικετών Συλλογικού Χαρακτηρισμού στην Αγγλική Γλώσσα	4.152

4.2.2 Εισαγωγή και Προετοιμασία Δεδομένων

Αρχικώς, για την αναπαράσταση των τριάδων, δημιουργήθηκε μία λίστα, ως εξής:

Πίνακας 2: Δομή λίστας συνδεδεμένων χρηστών

Χρήστης 1	Χρήστης 2	Κοινή Ετικέτα
Χρήστης Α	Χρήστης Β	Ετικέτα 1
Χρήστης Γ	Χρήστης Δ	Ετικέτα 2

Ακολουθώντας το πρότυπο που προαναφέρθηκε, η λίστα συν-χαρακτηρισμών ετικετών αφορούσε σε **279** συνδέσεις χρηστών που αντιστοιχούν στον πλήθος των περιπτώσεων όπου δύο χρήστες χρησιμοποίησαν ίδια ετικέτα συλλογικού χαρακτηρισμού για να χαρακτηρίσουν ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα. Συνολικά οι περιπτώσεις συν-χαρακτηρισμού από το Μάιο 2010 έως τον Οκτωβρίου 2014, περίοδος κατά την οποία συλλέχθηκαν τα δεδομένα, είναι **8.431**.

4.2.3 Μετρικές Ανάλυσης Κοινωνικών Δικτύων για την Περίπτωση του Κοινωνικού Δικτύου Συν-χαρακτηρισμού Ετικετών

Η ανάλυση ενός κοινωνικού δικτύου συλλογικού χαρακτηρισμού ετικετών μπορεί να επιτευχθεί με την εφαρμογή μετρικών Ανάλυσης Κοινωνικών Δικτύων (Rodrigues & Milic-Frayling, 2011). Οι μετρικές ανάλυσης ενός κοινωνικού δικτύου διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, ως εξής: α) Μετρικές ανάλυσης του γράφου του δικτύου και β) μετρικές ανάλυσης κεντρικότητας των χρηστών. Η πρώτη κατηγορία στοχεύει στην ανάλυση της τοπολογίας του δικτύου σε σχέση με τον αριθμό των συνδεδεμένων κόμβων, των υπο-ομάδων και την μεταξύ τους απόσταση στο γράφο, ενώ η δεύτερη κατηγορία δίνει έμφαση στην ανάλυση της συμπεριφοράς των χρηστών μελετώντας τη ροή πληροφοριών μεταξύ τους, από διάφορες σκοπιές (Borgatti, 2005). Στον Πίνακα 3 που ακολουθεί περιγράφονται οι μετρικές ανάλυσης του γράφου ενός δικτύου και το πώς ερμηνεύονται στην περίπτωση του δικτύου συν-χαρακτηρισμού ετικετών που εξετάζει η παρούσα εργασία.

Πίνακας 3: Μετρικές Ανάλυσης του Γράφου του Δικτύου

Μετρική	Ορισμός	Ερμηνεία στο Δίκτυο Συν-Χαρακτηρισμού Ετικετών
A. Σύνολο Ακμών (Total Edges) [A1+A2]	Το πλήθος όλων των ακμών του δικτύου	Υπολογίζει το συνολικό πλήθος Συν-χαρακτηρισμών ετικετών του δικτύου
A1. Διπλότυπες Ακμές (Edges with Duplicates)	Το πλήθος των ακμών του δικτύου που εμφανίζονται περισσότερες από μία φορές	Υπολογίζει τους πολλαπλούς συν-χαρακτηρισμούς ετικετών μεταξύ δύο χρηστών, για όλους τους χρήστες του δικτύου.
A2. Μοναδικές Ακμές (Unique Edges)	Το πλήθος των ακμών του δικτύου που εμφανίζονται μόνο μία φορά	Υπολογίζει το πλήθος συν-χαρακτηρισμών ετικετών μεταξύ δύο χρηστών που πραγματοποιήθηκαν

μόνο μία φορά.

<p>B. Συνδεδεμένες Υπό-ομάδες (Connected Components)</p>	<p>Το πλήθος των συνδεδεμένων χρηστών με συγκεκριμένα κοινά χαρακτηριστικά που τους διαφοροποιούν από τους χρήστες του υπόλοιπου δικτύου</p>	<p>Υπολογίζει το πλήθος των υπό-ομάδων του δικτύου οι οποίες συν-χαρακτηρίζουν ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα διαφορετικής Θεματικής Ενότητας η κάθε μία.</p>
<p>Γ. Μέγιστο Πλήθος Κόμβων σε μία Υπό-ομάδα (Maximum Vertices in a Connected Component)</p>	<p>Το μέγιστο πλήθος χρηστών που εμφανίζεται σε μία υπό-ομάδα</p>	<p>Υπολογίζει το μέγιστο πλήθος συν-χαρακτηριστών που εμφανίζονται σε μία υπό-ομάδα</p>
<p>Δ. Μέγιστο Πλήθος Ακμών σε μία Υπό-ομάδα (Maximum Edges in a Connected Component)</p>	<p>Το μέγιστο πλήθος συνδέσεων που εμφανίζεται σε μία υπό-ομάδα</p>	<p>Υπολογίζει το μέγιστο πλήθος συν-χαρακτηρισμών ετικετών που εμφανίζονται σε μία υπό-ομάδα</p>
<p>Ε. Μέγιστη Γεωδαιτική Απόσταση (Maximum Geodesic Distance)</p>	<p>Μέγιστη απόσταση μεταξύ των δύο πιο απομακρυσμένων χρηστών του δικτύου</p>	<p>Αποτιμά το μέγιστο χρόνο που απαιτείται για να διαδοθεί η χρήση μίας νέας ετικέτας μεταξύ των δύο πιο απομακρυσμένων Συν-χαρακτηριστών του δικτύου</p>
<p>ΣΤ. Μέση Γεωδαιτική Απόσταση (Average Geodesic Distance)</p>	<p>Μέση απόσταση μεταξύ δύο χρηστών του δικτύου</p>	<p>Αποτιμά το μέσο χρόνο που απαιτείται για να διαδοθεί η χρήση μίας νέας ετικέτας μεταξύ δύο Συν-χαρακτηριστών του δικτύου.</p>
<p>Z. Η Πυκνότητα του Γράφου (Graph Density)</p>	<p>Αποτιμά την πληρότητα του δικτύου ως προς τις συνδέσεις που το δημιουργούν</p>	<p>Αναδεικνύει την έκταση του συν-χαρακτηρισμού ετικετών με βάση το συνολικό δίκτυο.</p>
<p>H. Τμηματοποίηση (Modularity)</p>	<p>Αποτιμά το βαθμό στον οποίο το δίκτυο διαχωρίζεται σε κλειστές υπό-ομάδες</p>	<p>Αποτιμά το κατά πόσο υπάρχουν διαφορετικές εκπαιδευτικές θεματικές ενότητες που αντιπροσωπεύονται από τους χρήστες.</p>

Οι μετρικές ανάλυσης της κεντρικότητας (centrality metrics) ενός κοινωνικού δικτύου στοχεύουν στην αξιολόγηση των κόμβων ως προς το επίπεδο συνεισφοράς τους στη διάθρωση του δικτύου, καταλήγοντας στην αναγνώριση του πιο σημαντικού κόμβου σε αυτό το δίκτυο (Borgatti, 2005; Ni et al., 2011; Wasserman & Faust, 1994; Freeman, 1978). Στη συνέχεια ακολουθεί μία λεπτομερής περιγραφή των μετρικών αυτών και στον

Πίνακας 4 καταγράφεται το πώς ερμηνεύονται οι μετρικές ανάλυσης των centralities στην περίπτωση του δικτύου συν-χαρακτηρισμού ετικετών που μελετάει η παρούσα εργασία.

4.2.3.1 Κεντρικότητα Βαθμού (Degree Centrality)

Το Degree Centrality ορίζεται ως το πλήθος των ακμών που διαπερνούν έναν κόμβο. Δηλαδή το πλήθος των κόμβων ενός δικτύου με τους οποίους συνδέεται αυτός ο κόμβος χαρακτηρίζοντας έτσι τη «δημοτικότητα» του (Borgatti 2005). Ο βαθμός του Degree Centrality υποδηλώνει στην πράξη πόσο εύκολα μπορεί ένας κόμβος να «αποκτήσει» μία πληροφορία που διακινείται στο δίκτυο. Ο προαναφερθείς ορισμός μπορεί να περιγραφεί από την ακόλουθη εξίσωση, όπου C_i^{DEG} είναι η τιμή του Degree Centrality, i είναι ο κόμβος για τον οποίο μετριέται το Degree Centrality, j είναι όλοι οι γειτονικοί κόμβοι του i και a είναι η ακμή που συνδέει ένα κόμβο i με τον εκάστοτε κόμβο j .

$$C_i^{DEG} = \sum_j a_{ij}$$

4.2.3.2 Κεντρικότητα Εγγύτητας (Closeness Centrality)

Το Closeness Centrality ορίζεται ως η συνολική γεωδαιτική απόσταση ενός κόμβου i από τους γειτονικούς του, πράγμα το οποίο σημαίνει πως όσο μικρότερη είναι αυτή η απόσταση τόσο πιο γρήγορα μεταδίδεται μία πληροφορία διαμέσου αυτού. Πρακτικά το Closeness Centrality αποδίδεται σε χρόνο διακίνησης μία πληροφορίας στο δίκτυο (Daly, 2010; Newman, 2005). Στο πλαίσιο της ροής πληροφοριών ο Borgatti (2005) σημείωσε πως κόμβοι με μικρό βαθμό Closeness Centrality βρίσκονται σε αρκετά καλή θέση στο δίκτυο ώστε να αποκτήσουν μία ιδιαίτερα σημαντική πληροφορία, πολύ γρήγορα τη στιγμή που αυτή έχει μεγάλη αξία. Ο προαναφερθείς ορισμός μπορεί να περιγραφεί από την ακόλουθη εξίσωση, όπου C_i^{CLO} είναι η τιμή του Closeness Centrality, i είναι ο κόμβος για τον οποίο μετριέται το Closeness Centrality, j είναι όλοι οι γειτονικοί κόμβοι του i και d είναι η απόσταση του κόμβου i από τον εκάστοτε κόμβο j .

$$C_i^{CLO} = \sum_j d_{ij}$$

4.2.3.3 Ενδιάμεση Κεντρικότητα (Betweenness Centrality)

Το Betweenness Centrality ορίζεται ως το πλήθος των σύντομων διαδρομών που διαπερνούν ένα κόμβο. Δηλαδή, υποδηλώνει πόσες φορές ένας κόμβος επιλέγεται ώστε δια μέσου αυτού να διακινηθεί μία πληροφορία στο δίκτυο, δεδομένου ότι οι κόμβοι

αναζητούν και επιλέγουν κάθε φορά το πιο σύντομο μονοπάτι (Freeman, 1980; Borgatti & Everett, 2006). Πρακτικά αυτό σημαίνει πως ένας κόμβος με υψηλό Betweenness Centrality, θεωρείται πως έχει μεγαλύτερο έλεγχο στην ροή πληροφοριών διαμέσου του δικτύου (Daly, 2010; Newman, 2005). Η ύπαρξη ενός κόμβου με υψηλό Betweenness Centrality εξυπηρετεί τη γρήγορη διάδοση μία πληροφορίας, αντιθέτως θα απαιτούταν πολύ περισσότερος χρόνος και ενέργεια για να επιτευχθεί αυτό το αποτέλεσμα. Ο προαναφερθείς ορισμός μπορεί να περιγραφεί από την ακόλουθη εξίσωση, όπου C_k^{BET} είναι η τιμή του Betweenness Centrality, k είναι ο κόμβος για τον οποίο μετριέται το Betweenness Centrality, i, j είναι γειτονικοί κόμβοι του k και g είναι ο αριθμός των σύντομων διαδρομών από τον κόμβο i προς τον κόμβο j .

$$C_k^{BET} = \sum_i \sum_j \frac{g_{ikj}}{g_{ij}}$$

4.2.3.4 Κεντρικότητα Ιδιοδιανύσματος (Eigenvector Centrality)

Το Eigenvector Centrality ορίζεται ως το πλήθος των συνδέσεων των γειτονικών κόμβων ενός κόμβου i . Αυτό πρακτικά σημαίνει πως ο υπολογισμός του Eigenvector Centrality αποτιμά την αξία ενός κόμβου ως προς τη σημαντικότητα των κόμβων με τους οποίους συνδέεται, καθώς ένας κόμβος με υψηλό Eigenvector Centrality μπορεί σταδιακά να ενώνει τις υπό-ομάδες ενός δικτύου συμβάλλοντας έτσι στη δημιουργία συνεκτικότητας του δικτύου. Ο προαναφερθείς ορισμός μπορεί να περιγραφεί από την ακόλουθη εξίσωση, όπου C_i^{EIG} είναι η τιμή του Eigenvector Centrality, i είναι ο κόμβος για τον οποίο μετριέται το Eigenvector Centrality, j είναι ο εκάστοτε γειτονικός κόμβος του i , α είναι η ακμή που συνδέει τον κόμβο i με τον εκάστοτε κόμβο j και λ είναι η ιδιοτιμή του κόμβου i .

$$C_i^{EIG} = \frac{1}{\lambda} \sum_j \alpha_{ij} C_j^{DEG}$$

Πίνακας 4: Μετρικές Ανάλυσης Centralities του Δικτύου

Κεντρικότητα (Centrality)	Ορισμός	Ερμηνεία στο Δίκτυο Συν-Χαρακτηρισμού Ετικετών
Κεντρικότητα Βαθμού (Degree Centrality)	Υπολογισμός του πλήθους των συνδέσεων του εκάστοτε κόμβου	Αναδεικνύει τους χρήστες οι οποίοι έχουν συν-χαρακτηρίσει πολλά ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα με πάρα πολλούς χρήστες του δικτύου.
Κεντρικότητα Εγγύτητας (Closeness Centrality)	Υπολογισμός της γεωδαιτικής απόστασης μεταξύ του εκάστοτε κόμβου με τους γειτονικούς του	Αναδεικνύει τους χρήστες οι οποίοι συν-χαρακτηρίζουν ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα με μεγάλο εύρος χρηστών και συμβάλουν στην διάδοση νέων ετικετών σε ολόκληρο το δίκτυο.
Ενδιάμεση Κεντρικότητα (Betweenness Centrality)	Υπολογισμός του πλήθους των σύντομων διαδρομών στις οποίες εμφανίζεται ο εκάστοτε κόμβος κατά τη διάδοση μία πληροφορίας	Αναδεικνύει του χρήστες οι οποίοι ενισχύουν το βαθμό συν-χαρακτηρισμού στο δίκτυο συμβάλλοντας έτσι στην ένωση των υπό-ομάδων του δικτύου και συνεπώς στη δημιουργία μίας συνοχής.
Κεντρικότητα Ιδιοδιανύσματος (Eigenvector Centrality)	Υπολογισμός του πλήθους των συνδέσεων των γειτονικών κόμβων με του οποίους συνδέεται ο εκάστοτε κόμβος	Αναδεικνύει τους χρήστες οι οποίοι έχουν συν-χαρακτηρίσει ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα με κεντρικούς χρήστες του δικτύου (δηλαδή που διαθέτουν υψηλό Degree Centrality), και έτσι μπορούν να χρησιμοποιήσουν άμεσα καινούργιες διαδιδόμενες ετικέτες.

4.3 Προετοιμασία Δεδομένων

4.3.1 Κριτήρια Επιλογής Ετικετών Συλλογικού Χαρακτηρισμού

Το αρχικό δείγμα των 17.280 ετικετών συλλογικού χαρακτήρισμού αποτελείται από ετικέτες οι οποίες μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής:

- **KE1:** Ετικέτες που αποτυπώνουν την αρέσκεια του χρήστη. Χαρακτηριστικά παραδείγματα που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία και μπορούν να αναφερθούν είναι οι ετικέτες «μου άρεσε πολύ», «εξαιρετικό για εργασία για το σπίτι», κ.τ.λ.
- **KE2:** Ετικέτες που ταξινομούν τα ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα με βάση τους εκπαιδευτικούς στόχους που εξυπηρετούν. Χαρακτηριστικά παραδείγματα που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία και μπορούν να αναφερθούν είναι οι ετικέτες «Να κατανοήσουν οι μαθητές το δεύτερο νόμο της θερμοδυναμικής», «Να ανακαλέσουν τη γνώση του Πυθαγόρειου Θεωρήματος», κ.τ.λ.
- **KE3:** Ετικέτες που ταξινομούν τα ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα με βάση τον τεχνικό τύπο του αρχείου. Χαρακτηριστικά παραδείγματα που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία και μπορούν να αναφερθούν είναι οι ετικέτες «Εικόνα», «Αρχείο ήχου», κ.τ.λ.
- **KE4:** Ετικέτες που περιγράφουν το περιεχόμενο του ψηφιακού μαθησιακού αντικειμένου. Χαρακτηριστικά παραδείγματα που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία και μπορούν να αναφερθούν είναι οι ετικέτες «Ευθύγραμμη Ομαλή Ταχύτητα», «Εκκρεμές του Φουκώ», κ.τ.λ.

Οι κατηγορίες **KE1** και **KE3** δεν είναι ιδιαίτερα χρήσιμες στο χαρακτηρισμό ψηφιακών μαθησιακών αντικειμένων γιατί δεν μπορούν να βοηθήσουν ένα χρήστη στην λήψη απόφασης για την καταλληλότητα ενός ψηφιακού μαθησιακού αντικειμένου με βάση τις ανάγκες του. Η κατηγορία **KE2** απορρίπτεται από το ερευνητικό μας δείγμα καθώς αφορά σε ετικέτες κλειστού λεξιλογίου που καθορίζονται από πρότυπα μεταδεδομένων που αποτελούνται από πεδία επιλογών με σκοπό την ταξινόμηση των ψηφιακών μαθησιακών αντικειμένων, κάτι το οποίο είναι εκτός του σκοπού της παρούσας εργασίας που μελετά το συλλογικό χαρακτηρισμό.

Η κατηγορία που έχει ενδιαφέρον να μελετηθεί είναι η **KE4** καθώς είναι αυτή η οποία περιγράφει το περιεχόμενο των ψηφιακών μαθησιακών αντικειμένων με τη χρήση ετικετών συλλογικού χαρακτηρισμού και μπορεί να δώσει στο χρήστη πολύ χρήσιμη πληροφορία σε ποια εκπαιδευτική θεματική ενότητα αφορά το εκάστοτε ψηφιακό μαθησιακό αντικείμενο δημιουργώντας έτσι μία ταξινόμηση με βάση τη Γνωστική Περιοχή. Συνεπώς η κατηγορία **KE4** είναι αυτή που επιλέχθηκε τελικώς ως δείγμα μελέτης και ανάλυσης. Από το συνολικό πλήθος των **17.280** ετικετών συλλογικού χαρακτηρισμού, τελικώς οι **11.175** ετικέτες συλλογικού χαρακτηρισμού ανήκουν στην Κατηγορία **KE4**, όπως αποτυπώνεται και στον Πίνακα 5.

Πίνακας 5: Κατηγορίες Ετικετών Συλλογικού Χαρακτηρισμού

Κατηγορία Ετικετών Συλλογικού Χαρακτηρισμού	Πλήθος	Ενέργειες
ΚΕ 1: Ετικέτες που αποτυπώνουν την αρέσκεια του χρήστη		
ΚΕ2: Ετικέτες που ταξινομούν τα ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα με βάση τους εκπαιδευτικούς στόχους που εξυπηρετούν	6.105	Απορρίφθηκαν
ΚΕ3: Ετικέτες που ταξινομούν τα ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα με βάση τον τεχνικό τύπο του αρχείου		
ΚΕ4: Ετικέτες που περιγράφουν το περιεχόμενο του ψηφιακού μαθησιακού αντικειμένου	11.175	Επιλέχθηκαν
Σύνολο:	17.280	

4.3.2 Κριτήρια Επιλογής Γλώσσας και Μετάφραση Ετικετών Συλλογικού Χαρακτηρισμού

Στην παρούσα εργασία, το δίκτυο που μελετάται αφορά στις συνδέσεις των χρηστών που αναπτύσσονται όταν δύο χρήστες συν-χαρακτηρίζουν ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα (είτε ίδια, είτε διαφορετικά) με τις ίδιες ετικέτες συλλογικού χαρακτήρισμού. Έτσι δημιουργούνται τριάδες χρηστών – ετικετών συλλογικού χαρακτήρισμού οι οποίες είναι της μορφής Χρήστης Α – Χρήστης Β – Ετικέτα. Για να επιτευχθεί αυτό σε ένα τόσο μεγάλο μέγεθος δείγματος είναι αναγκαία η ανάπτυξη μίας αυτοματοποιημένης τεχνικής η οποία συνδυάζει τους αναγνωριστικούς κωδικούς των χρηστών (IDs) με τις κοινές ετικέτες συλλογικού χαρακτήρισμού που έχουν χρησιμοποιήσει ούτως ώστε να δημιουργηθεί η εν λόγω τριάδα. Η διαδικασία αυτή η οποία αναλύεται εκτενέστερα στην Ενότητα 4.3.3, προϋποθέτει την ακριβή συνοχή στην ακολουθία των χαρακτήρων των ετικετών συλλογικού χαρακτήρισμού ώστε να είναι εφικτό από τον αυτοματοποιημένο μηχανισμό να εντοπίσει τα κοινά στοιχεία.

Οι ετικέτες συλλογικού χαρακτήρισμού του δείγματος αποδίδονται σε διάφορες γλώσσες, η ερμηνεία των οποίων σε πολλές περιπτώσεις είναι κοινή. Κατά συνέπεια, θεωρήθηκε ορθό να επιλεγεί η Αγγλική Γλώσσα ως κοινή για την απόδοση όλων των ετικετών συλλογικού χαρακτήρισμού, ούτως ώστε να τηρείται η προαναφερθείσα συνοχή μεταξύ των ετικετών και να εξυπηρετήσει τους σκοπούς της παρούσας εργασίας. Για την επίτευξη του σκοπού αυτού πραγματοποιήθηκε διασταυρωμένη μετάφραση των ετικετών που αποδίδονταν σε

γλώσσα διαφορετικής της Αγγλικής με χρήση των λεξικών Oxford Dictionaries⁶ και WordReference⁷

4.3.3 Τεχνική Δημιουργίας Συνοχής Καταλήξεων (Stemming)

Κατά την επεξεργασία των δεδομένων παρατηρήθηκε πως πολλές ετικέτες συλλογικού χαρακτηρισμού που επί της ουσίας απέδιδαν το ίδιο νόημα σε ένα ψηφιακό μαθησιακό αντικείμενο, είχαν διαφορές σε καταλήξεις και προθέματα. Αυτό προκύπτει είτε από τυπογραφικά λάθη των χρηστών, είτε από την χρήση της ίδιας λέξης σε διαφορετικούς γραμματικούς αριθμούς. Χαρακτηριστικά παραδείγματα που μπορούν να αναφερθούν είναι οι ετικέτες «Planet» και «Planets», όπως επίσης και οι λέξεις «Chromosome» και «Chromosomes». Τηρώντας τον κανόνα περί ακριβούς συνοχής που προαναφέρθηκε στην Ενότητα 4.3.2, αξιοποιήθηκε ο αλγόριθμος Porter-Stemming βάσει του οποίου αναπτύχθηκε ένας μηχανισμός που αποκόπτει τις καταλήξεις των λέξεων (Willet, 2006). Αυτό που απέμεινε είναι το θέμα της κάθε λέξης το οποίο ήταν αρκετό για να αποδώσει το νόημα της ετικέτας του συλλογικού χαρακτηρισμού και να διατηρηθεί παράλληλα ο κανόνας συνοχής των ετικετών. Έπειτα, πραγματοποιήθηκε και μη-αυτοματοποιημένος έλεγχος ώστε να ελεγχθεί η εγκυρότητα των αποτελεσμάτων.

4.4 Εισαγωγή Δεδομένων στο Εργαλείο NodeXL

Η τελική λίστα των τριάδων που προέκυψε έπειτα από την επιλογή των κατάλληλων ετικετών συλλογικού χαρακτηρισμού (Ενότητα 4.3) εισήχθη στο εργαλείο NodeXL με σκοπό την αναπαράσταση του Γράφου του Δικτύου Συν-χαρακτηρισμού Ετικετών και τον υπολογισμό μετρικών και αναλυτικών δεδομένων που αφορούν στο υπό μελέτη δίκτυο των συν-χαρακτηριστών.

Πιο συγκεκριμένα, εισήχθησαν οι τριάδες Χρήστης Α – Χρήστης Β – Ετικέτα. Όσον αφορά τους χρήστες, εισήχθησαν οι αναγνωριστικοί του αριθμοί (ID) που αντιπροσωπεύουν τον εκάστοτε χρήστη, ενώ όσον αφορά τις ετικέτες εισήχθησαν ως έχουν. Για την απεικόνιση του Γράφου επιλέχθηκε να μην εμφανίζονται οι κόμβοι (που αντιπροσωπεύουν τους χρήστες) οι οποίοι παρουσιάζουν μηδενική κεντρικότητα και είναι απομονωμένοι από το δίκτυο, ούτως ώστε η δομή του δικτύου να απεικονίζεται σαφέστερα.

⁶ URL: <http://www.oxforddictionaries.com/>

⁷ URL: <http://www.wordreference.com/>

4.5 Σύνοψη

Στον παρόν κεφάλαιο δόθηκε μία λεπτομερής περιγραφή για την ερευνητική μεθοδολογία που ακολουθείται στην παρούσα εργασία ώστε να μελετηθεί και να αναλυθεί το κοινωνικό δίκτυο συν-χαρακτηρισμού ετικετών του ψηφιακού αποθετηρίου OSR. Αρχικά, περιγράφηκε η διαδικασία επιλογής του δείγματος προς μελέτη και αναλύθηκε η διαδικασία της προετοιμασίας του. Έπειτα, παρουσιάστηκε το εργαλείο NodeXL και οι επιμέρους λειτουργίες του οι οποίες θα αξιοποιηθούν για την ανάλυση του δικτύου συν-χαρακτηρισμού ετικετών. Τέλος, περιγράφηκε η διαδικασία αναπαράστασης του γράφου του δικτύου και παρουσιάστηκαν οι μετρικές ανάλυσης κοινωνικών δικτύων, οι οποίες ερμηνεύτηκαν κατάλληλα στο πλαίσιο συν-χαρακτηρισμού ετικετών του ψηφιακού αποθετηρίου που μελετά η παρούσα εργασία.

Κεφάλαιο 5: Ανάλυση Δεδομένων και Αποτελέσματα

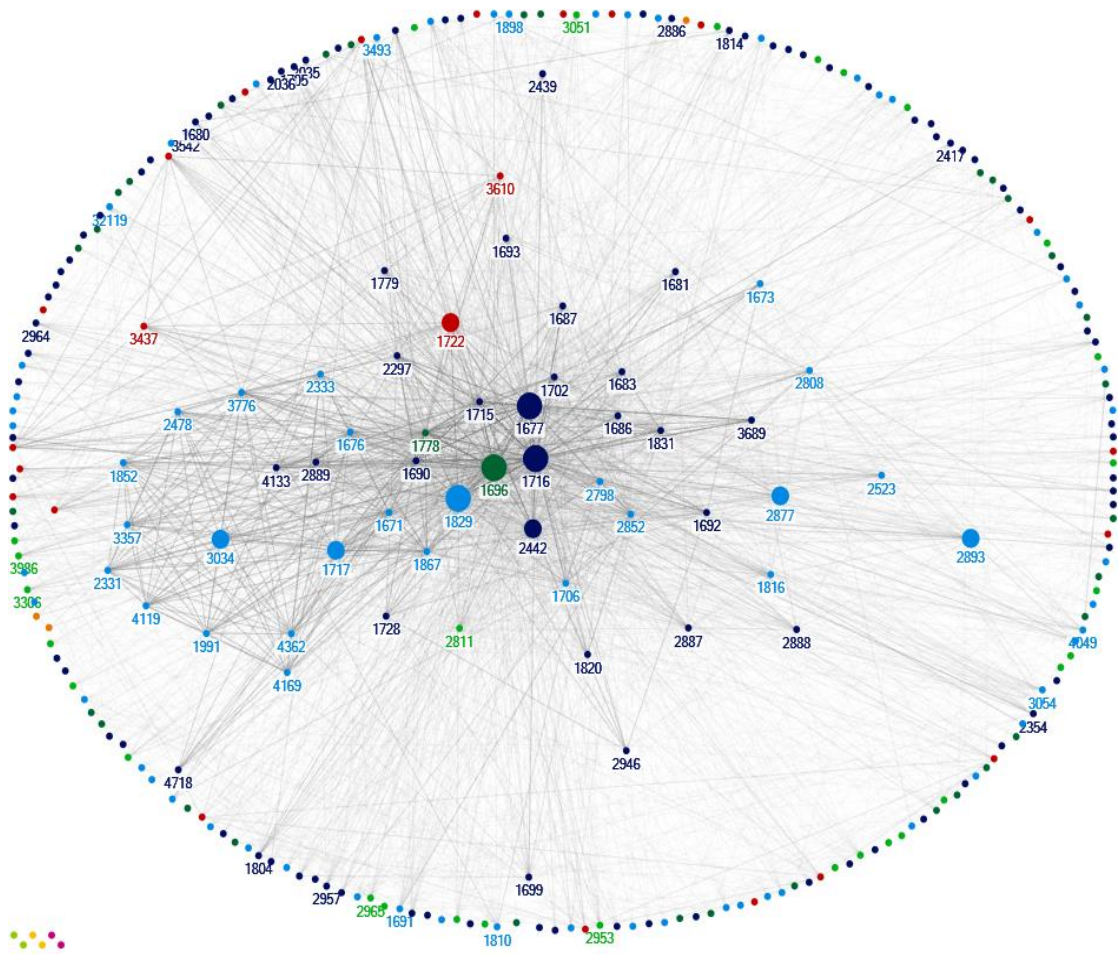
5.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο αναλύεται το κοινωνικό δίκτυο συν-χαρακτηρισμού ετικετών που μελετά η παρούσα εργασία και ερμηνεύονται τα αποτελέσματα των μετρικών ανάλυσης κοινωνικών δικτύων που περιγράφηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο. Η ανάλυση του κοινωνικού δικτύου συν-χαρακτηρισμού ετικετών, διακρίνεται σε δύο κυρίως κατηγορίες: α) την ανάλυση και Αξιολόγηση του δικτύου συν-χαρακτηρισμού ετικετών και β) την εξέλιξη του δικτύου συν-χαρακτηρισμού ετικετών. Στο πρώτο μέρος, εφαρμόζονται οι μετρικές ανάλυσης κοινωνικών δικτύων και ερμηνεύονται τα αποτελέσματα και η κατανομή τους. Έπειτα, μελετάται η συσχέτιση μεταξύ των κεντρικότερων χρηστών με το επίπεδο συνεισφοράς τους σε ετικέτες συλλογικού χαρακτήρισμού και τέλος γίνεται μελέτη των συστάδων των χρηστών σε σχέση με τις διαφορετικές εκπαιδευτικές θεματικές ενότητες στις οποίες ανήκουν. Στο δεύτερο μέρος, μελετάται η εξέλιξη του δικτύου των χρηστών σχετικά με την μηνιαία αύξηση των συνδέσεων που αναπτύσσονται μεταξύ των χρηστών του δικτύου από τον συν-χαρακτηρισμό ετικετών καθ' όλη τη διάρκεια ύπαρξης του ψηφιακού αποθετηρίου OSR.

5.2 Επισκόπηση Ανάλυσης Κοινωνικού Δικτύου Συν-χαρακτηρισμού Ετικετών

5.2.1 Παρουσίαση Γράφου του Δικτύου Συν-χαρακτηρισμού Ετικετών

Η τελική λίστα των τριάδων που προέκυψε έπειτα από τη διαδικασία που περιγράφηκε στην Ενότητα 4.3.2, εισήχθη στο εργαλείο NodeXL ούτως ώστε να αναπαρασταθεί ο γράφος του δικτύου των χρηστών και να υπολογιστούν οι μετρικές ανάλυσης του εν λόγω δικτύου. Όμως, για να γίνει εφικτή μία ουσιαστική και κατατοπιστική αναπαράσταση του δικτύου εφαρμόστηκαν κανόνες διαλογής των δεδομένων ούτως ώστε στην απεικόνιση του γράφου να αποκρύπτονται συνδέσεις με μηδενική ή ελάχιστη σημασία στη δομή του δικτύου, οι οποίες ως επί το πλείστον αφορούν σε συνδέσεις μικρού βαθμού για τις οποίες γίνεται εκτενέστερη ανάλυση στην Ενότητα 5.2.2. Το αποτέλεσμα μετά και την τελευταία επεξεργασία απεικονίζεται στο Σχήμα 6, που ακολουθεί:



Σχήμα 6: Γράφος Δικτύου Συν-χαρακτηρισμού Ετικετών του Ψηφιακού Αποθετηρίου Open Science Resources

Για την απεικόνιση του γράφου του δικτύου συν-χαρακτηρισμού ετικετών του ψηφιακού αποθετηρίου Open Science Resources, (Σχήμα 6), εφαρμόστηκαν τα εξής

- Διάταξη Fruchterman-Reingold

Η διάταξη Fruchterman-Reingold χρησιμοποιήθηκε καθώς πετυχαίνει την ομοιόμορφη κατανομή των κόμβων, ελαχιστοποιεί τις διασταυρώσεις των ακμών και προσδίδει συμμετρική απεικόνιση του δικτύου (Fruchterman & Reingold, 1991)

- Απόκρυψη Κόμβων και Ακμών μικρής σημασίας

Οι κόμβοι που συνδέονταν μόνο μεταξύ τους εξαιρέθηκαν από την αναπαράσταση του γράφου καθώς αποτελούν περιπτώσεις που δεν ανήκουν στο δίκτυο συν-χαρακτηρισμού και δεν το επηρεάζουν. Αυτοί οι κόμβοι παρίστανται στο κάτω αριστερά μέρος του γράφου, όπως φαίνεται στο Σχήμα 6 και είναι μόλις έξι από τους συνολικά 279 που συνδέονται στο δίκτυο.

- Αλγόριθμος Συσταδοποίησης Clauset-Newman-Moore

Ο αλγόριθμος συσταδοποίησης Clauset-Newman-Moore αποτελεί τον πιο αποδοτικό όσον αφορά την αναγνώριση συστάδων χρηστών τόσο σε σχέση με το χρόνο, όσο και σε σχέση με τα επιτυχή αποτελέσματα (Clauset et al., 2004). Σε αντίθεση με τον αλγόριθμο Girvan-Newman που εναλλακτικά παρέχει το εργαλείο NodeXL ο οποίος είναι κατάλληλος μόνο για μικρού μεγέθους δείγματα λόγω των υψηλών απαιτήσεων σε υπολογιστικούς πόρους που απαιτεί (Clauset et al., 2004). Όσον αφορά στη δεύτερη εναλλακτική επιλογή που παρέχει το εργαλείο NodeXL, ο αλγόριθμος Wakita-Tsurumi επιτυγχάνει την ίδια ακριβώς απόδοση όσον αφορά τα επιτυχή αποτελέσματα στην αναγνώριση χαρακτηριστικών σε κοινότητες όπως ο αλγόριθμος Clauset-Newman-Moore, αλλά εφαρμόζεται κυρίως σε ιδιαίτερα μεγάλου μεγέθους δείγματα (Wakita & Tsurumi, 2007).

- Μη-κατευθυνόμενος Γράφος

Η συνδέσεις μεταξύ των χρηστών είναι παλινδρομικές, συνεπώς οι ακμές του γράφου του δικτύου δεν κατευθύνονται από κάποιον χρήστη προς τον συνδεδεμένο με αυτόν.

5.2.2 Παρουσίαση Μετρικών Ανάλυσης του Κοινωνικού Δικτύου Συν-χαρακτηρισμού Ετικετών

Στον Πίνακα 6 που ακολουθεί καταγράφονται τα αποτελέσματα των μετρικών ανάλυσης του Γράφου του Δικτύου Συν-χαρακτηρισμού Ετικετών, όπως αυτές ορίστηκαν και περιγράφηκαν στην Ενότητα 4.2.3. Στη συνέχεια αυτά τα αποτελέσματα αναλύονται ώστε να αποδοθεί η ερμηνεία τους.

Πίνακας 6: Αποτελέσματα των μετρικών ανάλυσης του Γράφου του Δικτύου Συν-χαρακτηρισμού Ετικετών

Μετρική Γράφου (Graph Metric)	Τιμή	Ποσοστό (%)
Τύπος Γράφου	Μη-κατευθυνόμενος (Un-directed)	<i>n/a</i>
Κόμβοι	279	<i>n/a</i>
Σύνολο Ακμών	8431	<i>n/a</i>
Μοναδικές Ακμές	1815	21,5%
Διπλότυπες Ακμές	6616	78,5%

Μελέτη και Ανάλυση Κοινωνικών Δικτύων Χρηστών σε Ψηφιακές Βιβλιοθήκες Μαθησιακών Αντικειμένων

Συνδεδεμένες Υπό-ομάδες	4	<i>n/a</i>
Μέγιστο Πλήθος Κόμβων σε μία Υπό-ομάδα	273	97,8%
Μέγιστο Πλήθος Ακμών σε μία Υπό-ομάδα	8427	99,9%
Μέγιστη Γεωδαιτική Απόσταση (Διάμετρος)	5	<i>n/a</i>
Μέση Γεωδαιτική Απόσταση	2,115292	<i>n/a</i>
Πυκνότητα Γράφου	0,075	7,5%
Τμηματοποίηση	0,159	15,9%

Όπως παρατηρούμε στα αποτελέσματα του Πίνακα 6 ο γράφος που αναπαριστά το δίκτυο Συν-χαρακτηρισμού ετικετών είναι μη-κατευθυνόμενος. Αρχικά, από την ανάλυση των προαναφερθέντων αποτελεσμάτων απορρέει πως το δίκτυο αποτελείται από 279 Συν-χαρακτηριστές ετικετών, οι οποίοι έχουν συν-χαρακτηρίσει με ετικέτες 8.431 φορές τα ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα του αποθετηρίου OSR. Το 78,5% (ήτοι 6.616 φορές από τις 8.431 συνολικά) αυτών έχει συν-χαρακτηρίσει ψηφιακά αντικείμενα πολλαπλές φορές, σε αντίθεση με το υπόλοιπο 21,5 % (ήτοι 1.815 φορές από τις 8.431 συνολικά) το οποίο έχει συν-χαρακτηρίσει μόνο μία φορά τα ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα. Τα προαναφερθέντα στοιχεία υποδηλώνουν πως κατά μέσο όρο ένας χρήστης συν-χαρακτηρίζει τα ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα με τις ίδιες ετικέτες που χρησιμοποίησαν ακόμα 6,5 χρήστες, (ήτοι 2,3% των χρηστών του δικτύου). Σύμφωνα με αντίστοιχες ερευνητικές μελέτες (Rodrigues & Milic-Frayling, 2011; Negoescu & Gatica-Perez, 2010; Ni, et al., 2011) στις οποίες έχουν μελετηθεί δίκτυα χρηστών, το αντίστοιχο ποσοστό σύνδεσης ενός χρήστη με άλλους χρήστες του υπό μελέτη δικτύου είναι μεταξύ του εύρους 1,8 – 3,2%. Το ποσοστό 2,3% που υπολογίστηκε προηγουμένως εμπίπτει στο εύρος ποσοστού με βάση το οποίο ένας χρήστης συνδέεται με άλλους χρήστες του δικτύου, έτσι φαίνεται πως η συμπεριφορά των χρηστών στο υπό μελέτη δίκτυο είναι συνήθης.

Ένα ακόμα σημαντικό στοιχείο που προκύπτει από την ανάλυση των αποτελεσμάτων του Πίνακα 6 είναι πως το δίκτυο αποτελείται κυρίως από ένα πολύ στενά συνδεδεμένο σύνολο χρηστών καθώς παρατηρούμε πως το σύνολο των συνδεδεμένων υπό-ομάδων ανέρχεται στις 4 από τις οποίες η πιο κεντρική υπό-ομάδα αυτών περιλαμβάνει 273 συν-χαρακτηριστές, δηλαδή το 97,8% του συνόλου των συν-χαρακτηριστών του δικτύου. Αυτοί

οι χρήστες της πιο κεντρικής υπό-ομάδας έχουν συν-χαρακτηρίσει ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα 8.427 φορές, ήτοι κατά 99,9% έναντι του συνόλου συν-χαρακτηρισμών του δικτύου. Έτσι, παρατηρούμε πως το δίκτυο δεν διασπάται σε μικρότερες ομάδες χρηστών, κάτι το οποίο φαίνεται και από το ποσοστό τμηματοποίησης του δικτύου το οποίο ανέρχεται μόλις στο 15,9%, όπως επίσης και αντίστοιχα η πυκνότητα του γράφου είναι 7,5% πράγμα που δείχνει πως δεν υπάρχουν μικρότερες ομάδες χρηστών που χρησιμοποιούν διαφορετικές ετικέτες από τις υπόλοιπες. Κατά συνέπεια, μπορούμε να αντιληφθούμε πως στο δίκτυο δεν υπάρχουν χρήστες που αντιπροσωπεύουν διαφορετικές Εκπαιδευτικές Θεματικές Ενότητες καθιστώντας το Αποθετήριο διαθεματικό, παρά μόνο χρήστες με στοχευμένο ενδιαφέρον της Θεματικής ενότητας των Φυσικών Επιστημών, ήτοι τη Φυσική, την Αστρονομία, τη Βιολογία, τη Γεωγραφία, τη Χημεία και τις Περιβαλλοντικές Επιστήμες.

Τέλος, ένα ακόμα ενδιαφέρον στοιχείο που μπορούμε να παρατηρήσουμε από τα αποτελέσματα του Πίνακα 6 είναι η ταχύτητα διάδοσης μίας νέας ετικέτας στο δίκτυο. Κατά μέσο όρο μία πληροφορία (δηλαδή μία νέα ετικέτα) διαδίδεται μόλις σε 2,1 βήματα (αποτέλεσμα που προκύπτει από τη μέση γεωδαιτική απόσταση του δικτύου), το οποίο σημαίνει πως μία νέα ετικέτα που χρησιμοποιείται από έναν παράγοντα μπορεί να διαδοθεί σε όλο το δίκτυο με τη διαμεσολάβηση μόλις 2 χρηστών. Η μέγιστη απόσταση που θα χρειαστεί για να διαδοθεί μία πληροφορία σε όλο το δίκτυο (δηλαδή η χρήση μίας νέας ετικέτας) είναι 5 βήματα. Οι τιμές αυτές βρίσκονται σε συμφωνία με αντίστοιχες έρευνες (Rodrigues & Milic-Frayling, 2011; Negoescu & Gatica-Perez, 2010; Ni, et al., 2011) στις οποίες έχουν μελετηθεί και αναλυθεί δίκτυα χρηστών, καθιστώντας τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας συνήθη με βάση τα αποτελέσματα της βιβλιογραφίας.

Σε αυτή την ενότητα εφαρμόζονται οι μετρικές ανάλυσης των centralities των συν-χαρακτηριστών του δικτύου. Αρχικά πραγματοποιείται μία επισκόπηση των αποτελεσμάτων και στη συνέχεια ακολουθεί η λεπτομερής ανάλυση αυτών.

5.2.2.1 Ανάλυση Αποτελεσμάτων των Μετρικών Κεντρικότητας του Δικτύου

Πίνακας 7: Αποτελέσματα των Centrality Metrics του Δικτύου Συν-χαρακτηρισμού Ετικετών

Μετρική Κεντρικότητας	Γράφος Δικτύου (Μέση Τιμή)
Βαθμού (Degree)	20,989
Εγγύτητας (Closeness)	0,023
Ενδιάμεση (Betweenness)	149,487
Ιδιοδιανύσματος (Eigenvector)	0,004

Με βάση τα αποτελέσματα των Vertex-specific Centralities Metrics που παρουσιάζονται στον Πίνακα 7, μπορούμε να υπολογίσουμε την αναλογία του μέσου όρου των μετρικών των Centralities προς τις αντίστοιχες μετρικές του γράφου που απεικονίζονται στον Πίνακα 6. Πιο συγκεκριμένα η μέση τιμή του **Degree Centrality** αποτιμά το μέσο όρο συνδέσμων που αναπτύσσονται στο δίκτυο συν-χαρακτηρισμού ετικετών ανάμεσα στους χρήστες του. Στην εν λόγω περίπτωση, τα στοιχεία δείχνουν πως οι χρήστες οι οποίοι είναι εκπαιδευτικοί της θεματικής ενότητας των Φυσικών Επιστημών, έχουν συν-χαρακτηρίσει ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα κατά μέσο όρο 20,989 φορές με άλλους εκπαιδευτικούς οι οποίοι είναι χρήστες του δικτύου Συν-χαρακτηρισμού ετικετών. Αν διαιρέσουμε τη μέση τιμή της Κεντρικότητας Βαθμού με το σύνολο των συνδέσμων που αναπτύσσονται σε αυτό το δίκτυο (όπως απεικονίζεται στον Πίνακα 6) μπορούμε να έχουμε την αναλογία συνδεσιμότητας του κάθε κόμβου, κατά μέσο όρο, σε σχέση με ολόκληρο το δίκτυο.

Όσον αφορά το **Closeness Centrality**, όπως προκύπτει και από τους προαναφερθέντες ορισμούς στην Ενότητα 4.2.3, αποτιμάται η γεωδαιτική απόσταση ενός κόμβου σε σχέση με τους γειτονικούς του. Με βάση τη μελέτη της βιβλιογραφίας (Rodrigues & Milic-Frayling, 2011) η τιμή φανερώνει πως κατά μέσο όρο υπάρχουν χρήστες του δικτύου οι οποίοι ως πολυετείς έμπειροι εκπαιδευτικοί χαρακτηρίζουν ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα διαφορών θεματικών υπό-ενοτήτων (ήτοι της Φυσικής, της Αστρονομίας, της Βιολογίας, της Γεωγραφίας, της Χημείας και των Περιβαλλοντικών Επιστημών) με έγκυρες ετικέτες συλλογικού χαρακτήρισμού τις οποίες αποδέχονται οι χρήστες και τις ακολουθούν (όπως αυτό φαίνεται από το μέγεθος συν-χαρακτηρισμού). Η δράση αυτή, του χαρακτήρισμού ψηφιακών αντικειμένων διαφορών θεματικών υπό-ενοτήτων συμβάλλει στην ανάπτυξη του δικτύου και στη τμηματοποίηση του σε διαφορετικές υπό-ομάδες οι οποίες αντιπροσωπεύουν τις διαφορετικές θεματικές υπό-ενότητες, με αποτέλεσμα να διαδίδουν γρήγορα τη χρήση ετικετών ταυτόχρονα σε διαφορετικές ομάδες του δικτύου. Αν διαιρέσουμε τη μέση τιμή της κεντρικότητας εγγύτητας των χρηστών του δικτύου από τη μέση γεωδαιτική απόσταση του δικτύου (όπως απεικονίζεται στον Πίνακα 6), μπορούμε να έχουμε την αναλογία της γεωδαιτικής απόστασης του κάθε κόμβου, κατά μέσο όρο, σε σχέση με τη συνολική γεωδαιτική δομή του δικτύου.

Τέλος το **Eigenvector Centrality** αντίστοιχα, αποτιμά τη συνδεσιμότητα των χρηστών ως προς το πλήθος των συνδέσεων των γειτονικών του κόμβων. Με βάση τη μελέτη της βιβλιογραφίας (Negoescu & Gatica-Perez, 2010; Borgatti, et al., 2013) η τιμή φανερώνει πως υπάρχουν κατά μέσο όρο κεντρικοί χρήστες (όσον αφορά τη μετρική κεντρικότητας βαθμού) από πολυπληθείς θεματικές υπό-ενότητες οι οποίοι συνδέονται μεταξύ τους και

κατά συνέπεια η χρήση ετικετών από έναν από αυτούς τους χρήστες διαδίδεται άμεσα μέσω των υπολοίπων στις εκάστοτε ομάδες που αντιπροσωπεύουν τις διαφορετικές θεματικές υπό-ενότητες. Η τιμή του υπολογίζεται από το συνολικό αριθμό των προαναφερθέντων συνδέσεων διαιρούμενο με μία ιδιοτιμή ώστε να μετασχηματιστεί και να αποδίδει μία ποσοστιαία απεικόνιση της πυκνότητας των συνδέσεων. Αν τη διαιρέσουμε από την τιμή της πυκνότητας του γράφου του δικτύου ακολούθως, τότε μπορούμε να έχουμε την αναλογία της μέσης πυκνότητας συνδέσεων του εκάστοτε κόμβου με τη μέση πυκνότητα του δικτύου.

Σχετικά με το **Betweenness Centrality**, παρατηρούμε πως κατά μέσο όρο ένας χρήστης του δικτύου έχει συν-χαρακτηρίσει 149 φορές με άλλους χρήστες του δικτύου τα ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα από τους συνολικά 279 χρήστες του δικτύου (ήτοι 53,5%). Το υψηλό αυτό ποσοστό (Borgatti, et al., 2013; Ni, et al., 2011) δείχνει πως παρ' όλο που οι χρήστες εντάσσονται σε διαφορετικές θεματικές υπό-ενότητες των Φυσικών Επιστημών, παράλληλα οι κεντρικοί χρήστες των υπό-ομάδων τους παρακινούν στον χαρακτηρισμό ψηφιακών αντικειμένων που ανήκουν και στις υπόλοιπες θεματικές υπό-ενότητες. Έτσι συγκροτούν ένα ιδιαίτερος συνεκτικό δίκτυο που αντιπροσωπεύει στο σύνολο την εκπαιδευτική θεματική ενότητα των Φυσικών Επιστημών.

Πίνακας 7: Αναλογία των Centrality Metrics με τις Μετρικές του Γράφου του Δικτύου

Average Vertex-Specific Centrality Metric (VSCM)	Τιμή	Average Graph-Specific Metric (GSM)	Τιμή	Ratio
Degree	20,989	Σύνολο Ακμών	8431	0,02% (VSCM/GSM)
Closeness	0,023	Μέση Γεωδαιτική Απόσταση	2,115292	91,9 (GSM/VSCM)
Eigenvector	0,004	Πυκνότητα Γράφου	0,075	18,75 (GSM/VSCM)

Από τον παραπάνω Πίνακας 7 μπορούμε να παρατηρήσουμε πως κατά μέσο όρο ένας χρήστης συν-χαρακτηρίζει με ετικέτες σε ποσοστό 0,02% των συνολικών συν-χαρακτηρισμών του δικτύου (με βάση την τιμή **Degree Centrality**). Αυτό σημαίνει πως σε ένα στιγμιότυπο του δικτύου, κατά μέσο όρο ένας χρήστης γνωρίζει ένα εξαιρετικά μικρό ποσοστό των πληροφοριών του δικτύου εκείνη τη στιγμή. Πιο συγκεκριμένα, ένας συν-χαρακτηριστής του δικτύου γνωρίζει και χρησιμοποιεί μόνο το 0,02% των ετικετών που αξιοποιούνται στο δίκτυο.

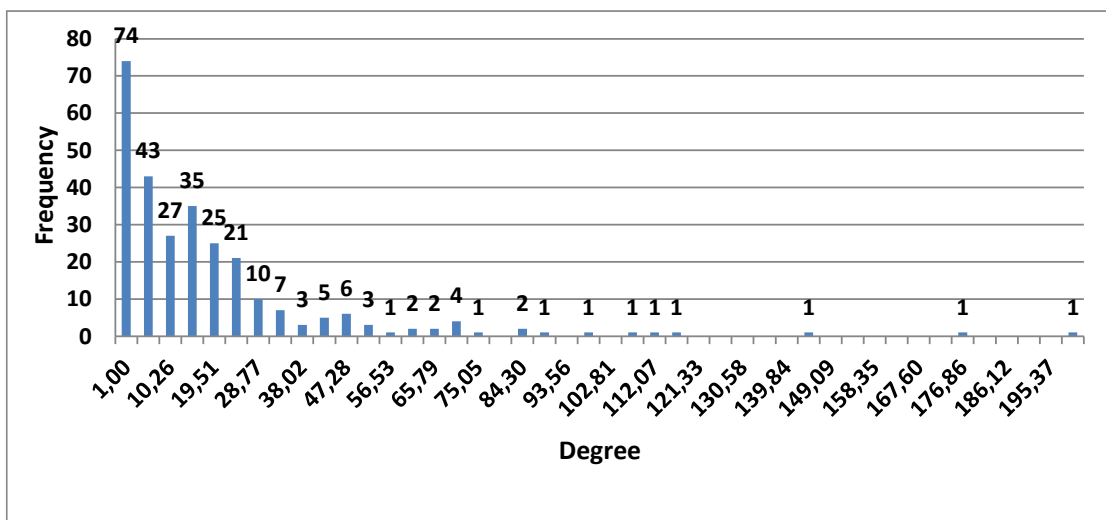
Επίσης, όσον αφορά το **Closeness Centrality** σε σχέση με τη Μέση Γεωδαιτική Απόσταση του Γράφου του δικτύου, ο χρόνος που απαιτείται για να διαδοθεί μία πληροφορία από ένα

κόμβο σε ολόκληρο το δίκτυο είναι 91,9 φορές μεγαλύτερος από τον χρόνο που απαιτείται κατά μέσο όρο για να διαδοθεί μία πληροφορία μεταξύ δύο γειτονικών κόμβων. Αυτό σημαίνει πως όταν ένας χρήστης συν-χαρακτηρίζει μία νέα ετικέτα με κάποιον άλλον χρήστη απαιτείται πολύ μεγάλος χρόνος κατ' αναλογία για να διαδοθεί αυτή η ετικέτα και στους υπόλοιπους χρήστες.

Τέλος, αναφορικά με το **Eigenvector Centrality** παρατηρούμε πως η πυκνότητα του γράφου του δικτύου συν-χαρακτηρισμού ετικετών είναι κατά μέσο όρο μόλις 18,75 φορές μεγαλύτερη από την πυκνότητα συνδέσεων ενός συγκεκριμένου χρήστη του δικτύου. Αυτό σημαίνει πως το δίκτυο είναι πολύ συνεκτικό και ο εκάστοτε χρήστης του δικτύου συνδέεται εν γένει με πολλούς άλλους χρήστες αυτού. Δηλαδή, μία νέα ετικέτα του δικτύου εμμέσως κάποια στιγμή διαδίδεται σε ένα μεγάλο μέρος του δικτύου.

5.3 Ερευνητικό Ερώτημα 1: Συσχέτιση Μετρικών Κεντρικότητας με Επίπεδο Συνεισφοράς Ετικετών

Σε αυτή την ενότητα μελετώνται οι κατανομές των μετρικών κεντρικότητας (centrality metrics) των συν-χαρακτηριστών του δικτύου. Σε κάθε μία περίπτωση περιγράφεται η κατανομή που ακολουθεί η εκάστοτε μετρική κεντρικότητας και συγκρίνεται με παρόμοιες μελέτες ώστε να γίνει σύγκριση ως προς τα πρότυπα που ακολουθούνται.

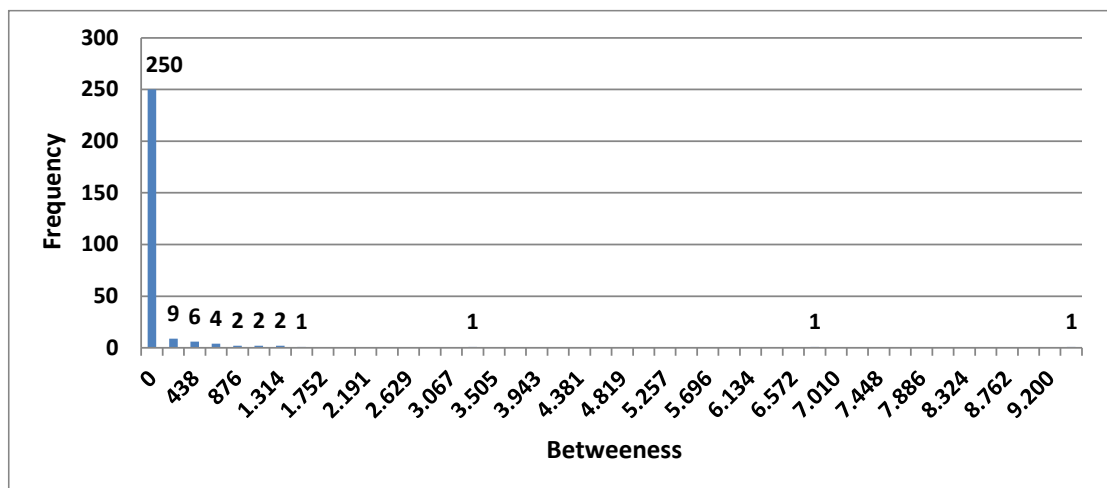


Σχήμα 7: Κατανομή της συχνότητας του Degree Centrality

Από το παραπάνω Σχήμα 7, παρατηρούμε πως η συχνότητα του Degree Centrality του δικτύου ακολουθεί μία *power law* κατανομή της μορφής:

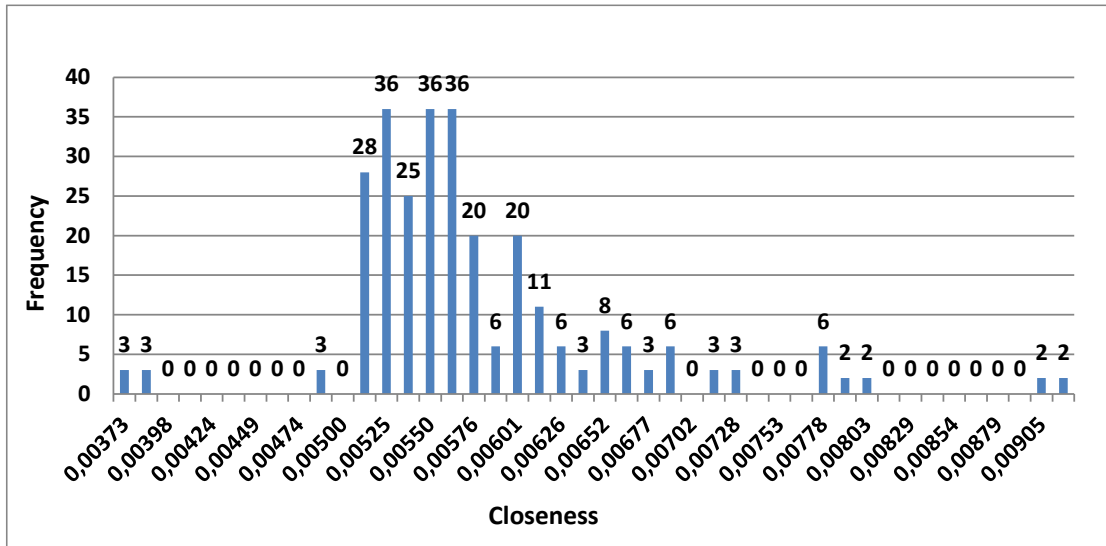
$$y = \alpha x^k$$

Μελετώντας την κατανομή της συχνότητας του **Degree Centrality**, όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 7, μπορούμε να παρατηρήσουμε πως η συντριπτική πλειοψηφία των συν-χαρακτηριστών σε ποσοστό 87% (ήτοι 242 από τους συνολικά 279) κατά μέσο όρο έχουν συν-χαρακτηρίσει ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα μαζί με ακόμα 10,8 χρήστες. Σε αντίθεση με τους υπόλοιπους χρήστες, οι οποίοι σε ποσοστό μόλις 13% (ήτοι 37 από τους συνολικά 279) που ανήκουν στο long tail της κατανομής του Degree Centrality, έχουν συν-χαρακτηρίσει ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα με 71,5 χρήστες.



Σχήμα 8: Κατανομή της συχνότητας του Betweenness Centrality

Από το παραπάνω Σχήμα 8 παρατηρούμε πως η συχνότητα του **Betweenness Centrality** του δικτύου ακολουθεί επίσης μία *power law* κατανομή της ίδιας μορφής όπως και στην περίπτωση του Degree Centrality. Μελετώντας την κατανομή της συχνότητας του Betweenness Centrality, όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 8, μπορούμε να παρατηρήσουμε πως η συντριπτική πλειοψηφία των συν-χαρακτηριστών του δικτύου, σε ποσοστό 89,6 % (ήτοι 250 χρήστες από τους συνολικά 279) δεν συν-χαρακτηρίζει ποικίλα ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα διαφορετικών εκπαιδευτικών θεματικών ενότητων, ούτως ώστε να συμβάλει στη σύνδεση των μικρότερων υπό-ομάδων. Αντιθέτως, περιορίζονται στον χαρακτηρισμό μία συγκεκριμένης θεματικής ενότητας χαρακτηρίζοντας έτσι το δίκτυο ιδιαίτερα συνεκτικό και στοχευμένο σε μία πολύ πολύ συγκεκριμένη θεματική ενότητα.

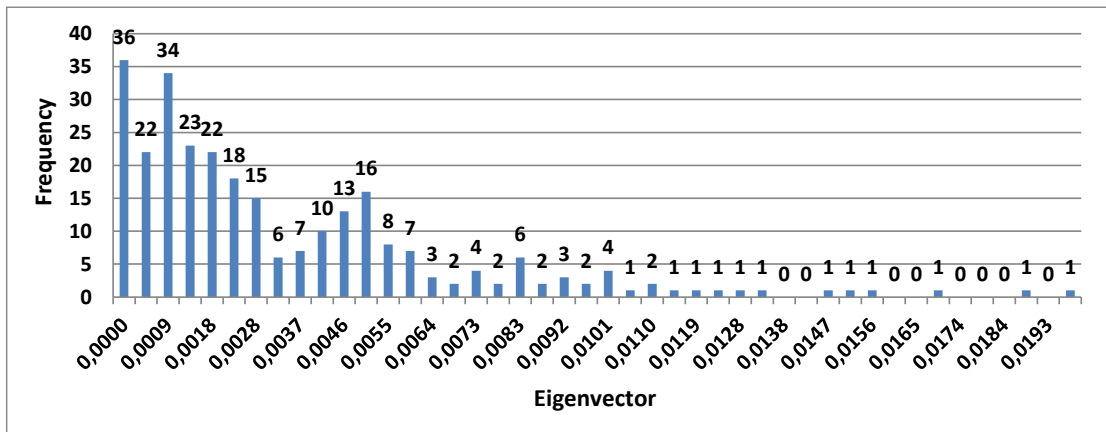


Σχήμα 9: Κατανομή της συχνότητας του Closeness Centrality

Από το παραπάνω Σχήμα 9 παρατηρούμε πως η συχνότητα του **Closeness Centrality** του δικτύου ακολουθεί την κανονική κατανομή της μορφής:

$$y = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

Μελετώντας την κατανομή της συχνότητας του Closeness Centrality, όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 9, μπορούμε να παρατηρήσουμε πως ακολουθώντας την κανονική κατανομή η πλειοψηφία των χρηστών σε ποσοστό 79,9 % (ήτοι 223 χρήστες από τους συνολικά 279) συμβάλει ιδιαίτερα στη διάδοση νέων ετικετών σε ολόκληρο το δίκτυο. Εν αντιθέσει με ένα πολύ μικρό πλήθος χρηστών σε ποσοστό 3,2% (ήτοι 9 χρήστες από τους συνολικά 279) που δε συμβάλλουν καθόλου στη διάδοση νέων ετικετών. Όμως, ένα μικρό αλλά καθόλου αμελητέο πλήθος χρηστών σε ποσοστό 15,9 % (ήτοι 44 χρήστες από τους συνολικά 279) παρουσιάζουν ένα ιδιαίτερα μεγάλο βαθμό επιρροής στη διάδοση νέων ετικετών του δικτύου.



Σχήμα 10: Κατανομή της συχνότητας του Eigenvector Centrality

Από το παραπάνω Σχήμα 10 παρατηρούμε πως η συχνότητα του **Eigenvector Centrality** του δικτύου ακολουθεί επίσης μία *power law* κατανομή της ίδιας μορφής όπως και στην περίπτωση του Degree Centrality.

Παρόμοιες έρευνες που έχουν διεξαχθεί για τη μελέτη της κατανομής των Centrality Metrics σε διαδικτυακά συστήματα συλλογικού χαρακτηρισμού ετικετών, ακολουθούν τα ίδια πρότυπα με τα ανωτέρω αποτελέσματα που αφορούν στο δίκτυο συν-χαρακτηρισμού ετικετών του ψηφιακού αποθετηρίου OSR. Οι Paradooulos et al. (2009) μελέτησαν παρομοίως, στα πλαίσια ανάλυσης ενός κοινωνικού δικτύου χρηστών, την κατανομή της συχνότητας ετικετών συλλογικού χαρακτηρισμού σε μία web 2.0 εφαρμογή (LycosIQ) συναρτήσει των Centralities Metrics και κατέγραψαν τα ίδια πρότυπα κατανομών όπως και στην περίπτωση του ψηφιακού αποθετηρίου που μελετάται στην παρούσα εργασία. Σε σχετική μελέτη των Kim, et al. (2013) μελετήθηκε επίσης η κατανομή των ετικετών συναρτήσει των Centrality Metrics σε μία Web 2.0 εφαρμογή (PlanetRDF), όπου και καταγράφηκε να ακολουθούνται παρόμοια πρότυπα. Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά τη σχετική κατανομή του betweenness centrality ακολουθούσε το ίδιο πρότυπο power law κατανομής, όπως και στη περίπτωση του OSR Ψηφιακού Αποθετηρίου που μελετάται στην παρούσα εργασία. Σύμφωνα με τους ερευνητές, σταδιακά, η χρήση των ετικετών διαδίδεται σε όλο το δίκτυο διαμορφώνοντας το έτσι ώστε να είναι ιδιαίτερα συνεκτικό, ακολουθώντας το **μοντέλο της «επιλεκτικής προσάρτησης»** (preferential attachment) των Halpin et al. (2007) κατά το οποίο όταν γίνεται χρήση μίας ετικέτας συλλογικού χαρακτηρισμού σε μία Web 2.0 εφαρμογή, τότε αυτή παρουσιάζει μεγάλη πιθανότητα να εξαπλωθεί σε ολόκληρο το δίκτυο. Ο περιορισμός χαρακτηρισμού ετικετών σε μία πολύ συγκεκριμένη θεματική ενότητα που παρατηρείται στο ψηφιακό αποθετήριο OSR ερμηνεύεται από αυτό το μοντέλο, κατά το οποίο στην περίπτωσή μας η πλειοψηφία των

χρηστών επηρεάζονται από τους κορυφαίους χρήστες σε επίπεδο συενισφοράς ετικετών και τους ακολουθούν. Παρόμοια πρότυπα κατανομής των μετρικών κεντρικότητας καταγράφηκε και από τους Ereteo et al. (2009) σε αντίστοιχη μελέτη χρήσης ετικετών συλλογικού χαρακτηρισμού σε Web 2.0 εφαρμογές.

5.3.1 Οι κορυφαίοι 50 Συν-Χαρακτηριστές του Δικτύου

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι κορυφαίοι 50 συν-χαρακτηριστές του δικτύου με βάση τις υψηλότερες τιμές που υπολογίστηκαν στα επιμέρους centrality metrics. Σκοπός είναι να αναγνωριστούν οι πιο σημαντικοί χρήστες, όπως χαρακτηρίζονται από τον Borgatti (2005) και εν συνεχεία να επικεντρωθεί η ανάλυση του δικτύου σε αυτούς που το επηρεάζουν περισσότερο.

Πίνακας 8: Οι κορυφαίοι 50 Συν-χαρακτηριστές του Δικτύου

Κατάταξη	Αναγνωριστικό Χρήστη	Degree Centrality	Κόμβος	Closeness Centrality	Κόμβος	Betweenness Centrality	Κόμβος	Eigenvector Centrality
1	1716	200	1716	0,002899	1716	9419,517	1716	0,01973
2	1696	181	1696	0,00274	1696	6893,633	1696	0,019023
3	1829	145	1829	0,002463	1829	3357,702	1829	0,016978
4	1677	119	1677	0,002331	1715	1559,601	1677	0,015679
5	1715	113	1778	0,002278	1778	1530,997	1778	0,015373
6	1778	112	1715	0,002273	1677	1494,713	1715	0,01481
7	2442	100	2442	0,002232	2442	1313,293	2442	0,013523
8	1690	90	1702	0,00216	3306	1150,441	1690	0,01324
9	1702	87	1690	0,002151	2852	1066,822	1702	0,012692
10	2852	85	2852	0,002146	2811	896,834	1676	0,012122
11	1831	78	1831	0,002114	1686	871,679	1831	0,011549
12	1683	74	1683	0,00211	1831	720,517	2852	0,011159
13	1676	74	1706	0,002096	1702	692,246	1683	0,011116
14	2811	72	2811	0,002092	1706	685,438	1686	0,010753
15	1706	72	1676	0,002079	2297	608,631	2811	0,010515
16	2798	70	1686	0,002079	1676	550,841	2798	0,010369
17	1686	68	2798	0,002045	1683	550,040	1706	0,010325
18	1687	64	1722	0,002037	1690	550,027	1687	0,010221
19	1722	63	1687	0,002028	2798	522,513	1867	0,00995
20	1867	58	2877	0,001992	1687	455,036	1722	0,009768
21	1671	54	1779	0,001992	1695	428,786	1816	0,00943
22	2893	52	1867	0,001988	1722	338,721	1671	0,009306
23	2877	52	1820	0,001984	1792	290,120	1717	0,009248
24	1816	51	2893	0,00198	2884	277,676	2893	0,009102
25	1717	51	1816	0,00198	1791	276,085	2877	0,00902
26	1820	50	2439	0,00198	1809	275,368	1779	0,008673

Μελέτη και Ανάλυση Κοινωνικών Δικτύων Χρηστών σε Ψηφιακές Βιβλιοθήκες Μαθησιακών Αντικειμένων

27	1779	49	1693	0,001976	1684	272,503	1820	0,008561
28	2297	48	1681	0,001965	3731	271,000	1681	0,008409
29	1693	48	1671	0,001961	2315	271,000	2439	0,008343
30	2439	46	1717	0,001961	2877	205,626	1693	0,008303
31	1681	45	2297	0,001961	2808	184,407	1692	0,008282
32	2889	44	1692	0,001946	1779	181,178	2887	0,008042
33	1692	44	2887	0,001946	3031	171,350	2297	0,008001
34	2887	43	2889	0,001942	1867	169,017	2889	0,007771
35	3776	42	3776	0,001934	1671	167,002	3776	0,007597
36	2808	42	1699	0,001934	1693	151,186	2808	0,007483
37	1699	41	2808	0,001919	1820	135,963	1699	0,007407
38	3034	38	1804	0,001919	3443	129,052	3034	0,007192
39	3306	35	3306	0,001912	2893	127,699	2523	0,007133
40	2523	35	1814	0,001912	1681	118,801	1673	0,006835
41	1673	35	1728	0,001912	2889	111,396	2957	0,006476
42	4133	34	3034	0,001908	1717	103,561	1728	0,006463
43	1814	34	1673	0,001908	1816	97,686	1804	0,006303
44	1804	34	2957	0,001908	2439	97,098	1814	0,006295
45	3493	33	2953	0,001905	1699	96,101	4133	0,006245
46	1728	33	4133	0,001898	1692	82,494	3493	0,006235
47	2035	32	3493	0,001898	3018	73,604	2354	0,006193
48	3986	31	2035	0,001898	2887	66,627	2035	0,006088
49	2957	31	3986	0,001898	3542	63,374	3986	0,006066
50	2333	31	3689	0,001894	3953	54,445	3689	0,005963

Οι Cross and Parker (2004) αναγνώρισαν τέσσερις κυρίαρχους τύπους χρηστών κοινωνικών δικτύων, ως εξής: α) Οι **Κεντρικοί Συνδέτες**, που χαρακτηρίζονται όσοι χρήστες έχουν μεγάλο πλήθος συνδέσεων και το δίκτυο εξαρτάται ιδιαίτερα από αυτούς, β) Οι **Διευρυντές Ορίων**, οι οποίοι παρεμβάλλονται ανάμεσα σε μη συνδεδεμένους κόμβους και εξυπηρετούν τη ροή πληροφοριών ανάμεσα σε δύο μη συνδεδεμένες υπό-ομάδες ενός δικτύου, γ) Οι «**Μεσίτες**» **Πληροφοριών**, οι οποίοι συμβάλουν στη διάδοση νέων πληροφοριών στο δίκτυο λόγω της στρατηγικής τους θέσης η οποία είναι ανεξάρτητη του βαθμού συνδέσεων που διαθέτουν (Granovetter, 1973) και δ) οι **Περιφερειακοί Ειδικοί** οι οποίοι μπορεί να χαρακτηρίζονται από μικρό βαθμό συνδέσεων και να καθίστανται στην «περιφέρεια» του δικτύου, όμως οι συνδέσεις του τους βοηθούν να αποκτούν γρήγορα σημαντικές πληροφορίες.

Με βάση την ερμηνεία των μετρικών των Centralities που αποδόθηκε στην Ενότητα 4.2.3, μπορούμε να αντιστοιχίσουμε τους ανωτέρω τύπους χρηστών με κάθε μία μετρική κεντρικότητας, ως εξής:

- **High Degree Centrality – Κεντρικοί Συνδέτες:** Οι χρήστες του δικτύου οι οποίοι συν-χαρακτηρίζουν ψηφιακά αντικείμενα με πολλούς άλλους χρήστες και

αποτιμώνται ως εκείνοι με το μεγαλύτερο πλήθος συνδέσεων χαρακτηρίζονται ως Κεντρικοί Συνδέτες σε αντιστοιχία με τον ανωτέρω ορισμό των Cross and Parker (2004).

- **High Betweenness Centrality – Διευρυντές Ορίων:** Οι χρήστες του δικτύου οι οποίοι συν-χαρακτηρίζουν με τέτοιο τρόπο ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα ώστε σταδιακά να συνδέουν υπό-ομάδες του δικτύου συν-χαρακτηρισμού ετικετών χαρακτηρίζονται ως οι Διευρυντές Ορίων σε αντιστοιχία με τον ανωτέρω ορισμό των Cross and Parker (2004).
- **High Closeness Centrality – Μεσίτες Πληροφοριών:** Οι χρήστες του δικτύου οι οποίοι συν-χαρακτηρίζουν ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα με τέτοιο τρόπο ώστε να εξυπηρετούν τη γρήγορη διάδοση νέων ετικετών σε ολόκληρο το δίκτυο χαρακτηρίζονται ως Περιφερειακοί Ειδικοί σε αντιστοιχία με τον ανωτέρω ορισμό των Cross and Parker (2004).
- **High Eigenvector Centrality – Περιφερειακοί Ειδικοί:** Οι χρήστες του δικτύου που συν-χαρακτηρίζουν ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα με άλλους χρήστες οι οποίοι είναι υψηλά συνδεδεμένοι και μπορούν να χρησιμοποιούν άμεσα νέες ετικέτες χαρακτηρίζονται ως οι Περιφερειακοί Ειδικοί.

Σε αυτό το πλαίσιο, οι πιο σημαντικοί συν-χαρακτηριστές του δικτύου συν-χαρακτηρισμού ετικετών, που αποτυπώνονται στον Πίνακα 8, εντάσσονται σε αυτές τις τέσσερις κατηγορίες ως ακολούθως:

Πίνακας 9: Χαρακτηρισμός των Σημαντικότερων Χρηστών του Δικτύου συν-χαρακτηρισμού ετικετών

Κατηγορία	Vertex-Specific Centrality Metric	Κορυφαίοι 5 Συν-χαρακτηριστές	Τιμή Centrality Metric
Κεντρικοί Συνδέτες	Degree Centrality	1716	200
		1696	181
		1829	145
		1677	119
		1715	113
Διευρυντές Ορίων	Betweenness Centrality	1716	9419,517
		1696	6893,633
		1829	3357,702
		1715	1559,601
		1778	1530,997

		1716	0,002899
		1696	0,00274
Μεσίτες Πληροφοριών	Closeness Centrality	1829	0,002463
		1677	0,002331
		1778	0,002278
		1716	0,01973
		1696	0,019023
Περιφερειακοί Ειδικοί	Eigenvector Centrality	1829	0,016978
		1677	0,015679
		1778	0,015373

Από τον Πίνακα 8 και τον Πίνακα 9, παρατηρούμε πως όσον αφορά και τις τέσσερις επιμέρους μετρικές κεντρικότητας (Degree, Betweenness, Closeness και Eigenvector), οι πιο σημαντικοί χρήστες είναι οι **1716**, **1696** και **1829**. Μελετώντας τα προφίλ των χρηστών αυτών στο Αποθετήριο OSR, παρατηρούμε πως και οι τρεις αποτελούν έμπειρους εν ενεργεία εκπαιδευτικούς στην εκάστοτε θεματική ενότητα που αντιπροσωπεύουν (ήτοι τη **Φυσική**, τη **Βιολογία** και την **Αστρονομία**). Αυτή η ιδιότητα τους φανερώνει πως η εμπειρία τους στη διδασκαλία αυτών των θεματικών ενοτήτων τους καθιστά ικανούς να χρησιμοποιούν ετικέτες οι οποίες θεωρούνται έγκυρες από τους υπόλοιπους χρήστες οι οποίοι παρακινούνται να τις επαναχρησιμοποιήσουν. Έτσι, η εμπειρία των εν λόγω κορυφαίων χρηστών συμβάλει στη δημιουργία ενός δικτύου συν-χαρακτηρισμού ετικετών με έγκυρες ετικέτες συλλογικού χαρακτηρισμού, πράγμα το οποίο οδηγεί στην εξέλιξη του Αποθετηρίου με ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα τα οποία είναι χαρακτηρισμένα με τον πιο έγκυρο και αποδεκτό από την υπόλοιπη κοινότητα, δυνατό τρόπο. Σύμφωνα με τη συσταδοποίηση των συν-χαρακτηρισμών που παρατίθεται στην επόμενη Ενότητα 5.4, αυτοί οι χρήστες εκπροσωπούν τρεις διαφορετικές Εκπαιδευτικές Θεματικές Ενότητες, τη Φυσική, τη Βιολογία και την Αστρονομία αντίστοιχα. Πιο συγκεκριμένα, μπορούμε να πούμε πως οι τρεις αυτοί χρήστες διαδραματίζουν ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στη δομή του δικτύου σε όλα τα επίπεδα ανάλυσης διαμορφώνοντας έτσι τη συνοχή του και τον ιδιαίτερα στοχευμένο χαρακτήρα του σε συγκεκριμένες Εκπαιδευτικές Θεματικές Ενότητες. Σύμφωνα με το μοντέλο επιλεκτικής προσάρτησης των Halpin et al. (2007) οι προαναφερθέντες τρεις κορυφαίοι χρήστες του δικτύου έχουν συμβάλει εξαιρετικά στη χρήση συγκεκριμένων ετικετών που αξιοποιούνται από την πλειοψηφία των χρηστών του δικτύου και κατά

συνέπεια στη δημιουργία της μεγάλης συνοχής του, όπως αποτυπώνεται και στον Πίνακα 6.

Αν μελετήσουμε τους τύπους χρηστών πέρα από τους τρεις προαναφερθέντες πιο κορυφαίους χρήστες, παρατηρούμε πως οι χρήστες **1677** και **1715** χαρακτηρίζονται επίσης ως σημαντικοί **Κεντρικοί Συνδέτες** του δικτύου συν-χαρακτηρισμού ετικετών οι οποίοι σύμφωνα τη Συσταδοποίηση που περιγράφεται στην Ενότητα 5.4 αντιπροσωπεύουν την Εκπαιδευτική Θεματική Ενότητα της Φυσικής. Ως σημαντικοί **Διευρυντές Ορίων** εμφανίζονται οι χρήστες **1715** και **1778** οι οποίοι αντιπροσωπεύουν την Εκπαιδευτική Θεματική Ενότητα της Φυσικής και Βιολογίας αντίστοιχα. Ως σημαντικοί **Μεσίτες Πληροφοριών** χαρακτηρίζονται οι χρήστες **1677** και **1778** οι οποίοι αντιπροσωπεύουν την Εκπαιδευτική Θεματική Ενότητα της Φυσικής και Βιολογίας αντίστοιχα. Τέλος ως σημαντικοί **Περιφερειακοί Ειδικοί** παρατηρούμε πως είναι πάλι οι χρήστες **1677** και **1778** (αντιπροσωπεύοντας την Εκπαιδευτική Θεματική Ενότητα της Φυσικής και Βιολογίας αντίστοιχα).

5.3.2 Συσχέτιση των Μετρικών Κεντρικότητας των Χρηστών του Δικτύου Συν-Χαρακτηρισμού Ετικετών με το Επίπεδο Συνεισφοράς τους σε Ετικέτες

Προκειμένου να αναγνωριστεί εάν οι χρήστες με υψηλές τιμές Centrality παίζουν σημαντικό ρόλο στο επίπεδο συνεισφοράς ετικετών Συλλογικού Χαρακτηρισμού στο υπό μελέτη Ψηφιακό Αποθετήριο Μαθησιακών Αντικειμένων, μελετήθηκε η συσχέτιση μεταξύ των τιμών των Centrality Metrics των 50 κορυφαίων Συν-χαρακτηριστών με το πλήθος των ετικετών Συλλογικού Χαρακτηρισμού που έχουν χρησιμοποιήσει για την περιγραφή ψηφιακών μαθησιακών αντικειμένων στο υπό μελέτη ψηφιακό αποθετήριο. Τα αποτελέσματα αποτυπώνονται στον Πίνακα 10 και στη συνέχεια αναλύονται ακολούθως.

Μελέτη και Ανάλυση Κοινωνικών Δικτύων Χρηστών σε Ψηφιακές Βιβλιοθήκες Μαθησιακών
Αντικειμένων

Πίνακας 10: Οι Κορυφαίοι 50 Συν-χαρακτηριστές του Δικτύου ως προς τις μετρικές Centralities και το Πλήθος Ετικετών Συλλογικού Χαρακτηρισμού

No.	Vertex	Degree	Co-Tagging Contribution	Vertex	Closeness	Co-Tagging Contribution	Vertex	Betweenness	Co-Tagging Contribution	Vertex	Eigenvector	Co-Tagging Contribution
1	1716	200	1101	1716	0,002899	1101	1716	9419,518	1101	1716	0,01973	1101
2	1696	181	977	1696	0,00274	977	1696	6893,634	977	1696	0,019023	977
3	1829	145	550	1829	0,002463	550	1829	3357,703	550	1829	0,016978	550
4	1677	119	649	1677	0,002331	649	1715	1559,601	622	1677	0,015679	649
5	1715	113	622	1778	0,002278	653	1778	1530,997	653	1778	0,015373	653
6	1778	112	653	1715	0,002273	622	1677	1494,713	649	1715	0,01481	622
7	2442	100	302	2442	0,002232	302	2442	1313,294	302	2442	0,013523	302
8	1690	90	622	1702	0,00216	225	3306	1150,442	42	1690	0,01324	622
9	1702	87	225	1690	0,002151	622	2852	1066,822	249	1702	0,012692	225
10	2852	85	249	2852	0,002146	249	2811	896,834	111	1676	0,012122	292
11	1831	78	213	1831	0,002114	213	1686	871,680	150	1831	0,011549	213
12	1683	74	183	1683	0,00211	183	1831	720,517	213	2852	0,011159	249
13	1676	74	292	1706	0,002096	198	1702	692,247	225	1683	0,011116	183
14	2811	72	111	2811	0,002092	111	1706	685,439	198	1686	0,010753	150
15	1706	72	198	1676	0,002079	292	2297	608,632	258	2811	0,010515	111
16	2798	70	167	1686	0,002079	150	1676	550,841	292	2798	0,010369	167
17	1686	68	150	2798	0,002045	167	1683	550,040	183	1706	0,010325	198
18	1687	64	161	1722	0,002037	236	1690	550,027	622	1687	0,010221	161
19	1722	63	236	1687	0,002028	161	2798	522,514	167	1867	0,00995	326
20	1867	58	326	2877	0,001992	88	1687	455,036	161	1722	0,009768	236
21	1671	54	290	1779	0,001992	100	1695	428,786	32	1816	0,00943	93
22	2893	52	84	1867	0,001988	326	1722	338,722	236	1671	0,009306	290
23	2877	52	88	1820	0,001984	89	1792	290,120	20	1717	0,009248	287
24	1816	51	93	2893	0,00198	84	2884	277,676	44	2893	0,009102	84
25	1717	51	95	1816	0,00198	93	1791	276,086	18	2877	0,00902	88
26	1820	50	89	2439	0,00198	83	1809	275,369	28	1779	0,008673	100
27	1779	49	100	1693	0,001976	88	1684	272,503	31	1820	0,008561	89
28	2297	48	99	1681	0,001965	98	3731	271,000	14	1681	0,008409	98
29	1693	48	88	1671	0,001961	290	2315	271,000	8	2439	0,008343	83

Μελέτη και Ανάλυση Κοινωνικών Δικτύων Χρηστών σε Ψηφιακές Βιβλιοθήκες Μαθησιακών
Αντικειμένων

30	2439	46	83	1717	0,001961	287	2877	205,627	88	1693	0,008303	88
31	1681	45	98	2297	0,001961	258	2808	184,408	110	1692	0,008282	153
32	2889	44	90	1692	0,001946	153	1779	181,179	100	2887	0,008042	88
33	1692	44	90	2887	0,001946	88	3031	171,351	20	2297	0,008001	258
34	2887	43	88	2889	0,001942	90	1867	169,018	326	2889	0,007771	90
35	3776	42	120	3776	0,001934	278	1671	167,002	290	3776	0,007597	278
36	2808	42	110	1699	0,001934	73	1693	151,186	88	2808	0,007483	110
37	1699	41	73	2808	0,001919	110	1820	135,963	89	1699	0,007407	73
38	3034	38	80	1804	0,001919	65	3443	129,053	17	3034	0,007192	201
39	3306	35	42	3306	0,001912	42	2893	127,700	84	2523	0,007133	71
40	2523	35	71	1814	0,001912	61	1681	118,802	98	1673	0,006835	82
41	1673	35	82	1728	0,001912	105	2889	111,396	90	2957	0,006476	43
42	4133	34	70	3034	0,001908	201	1717	103,562	287	1728	0,006463	105
43	1814	34	61	1673	0,001908	82	1816	97,687	93	1804	0,006303	65
44	1804	34	65	2957	0,001908	43	2439	97,098	83	1814	0,006295	61
45	3493	33	40	2953	0,001905	36	1699	96,101	73	4133	0,006245	134
46	1728	33	60	4133	0,001898	134	1692	82,495	153	3493	0,006235	40
47	2035	32	36	3493	0,001898	40	3018	73,605	51	2354	0,006193	48
48	3986	31	45	2035	0,001898	36	2887	66,627	88	2035	0,006088	36
49	2957	31	43	3986	0,001898	45	3542	63,375	42	3986	0,006066	45
50	2333	31	45	3689	0,001894	127	3953	54,445	10	3689	0,005963	127

Πίνακας 11: Συσχέτιση Μεταξύ Μετρικών Centralities και Συνεισφοράς Ετικετών Συλλογικού Χαρακτηρισμού

Degree	Closeness	Betweenness	Eigenvector
$r = 0,94$	$r = 0,91$	$r = 0,81$	$r = 0,83$
$p < 0,05^*$	$p < 0,05^*$	$p < 0,04^*$	$p < 0,05^*$
$d = 0,39$	$d = 0,92^{**}$	$d = 0,27$	$d = 0,92^{**}$
N = 50	N = 50	N = 50	N = 50

Το N υποδηλώνει το μέγεθος του δείγματος

Στον Πίνακα 10 καταγράφονται τα centrality metrics σε συνδυασμό με το πλήθος των ετικετών που έχουν συνεισφέρει στο ψηφιακό αποθετήριο οι κορυφαίοι 50 συν-χαρακτηριστές του Δικτύου Συν-χαρακτηρισμού ετικετών. Για να μελετηθεί η συσχέτιση μεταξύ των centrality metrics και του πλήθους των ετικετών των 50 κορυφαίων συν-χαρακτηριστών θα πρέπει να υπολογιστεί το Pearson's correlation co-efficient r , το οποίο προκύπτει από τον τύπο:

$$r = \frac{\sum_i (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_i (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_i (y_i - \bar{y})^2}}$$

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Πίνακα 11, η συσχέτιση μεταξύ των centrality metrics και του επιπέδου συνεισφοράς ετικετών είναι σε όλες τις περιπτώσεις αρκετά υψηλή (σε επίπεδο 0,94 για το Degree Centrality, 0,91 για το Closeness Centrality, 0,81 για το Betweenness Centrality και 0,83 για το Eigenvector Centrality). Αυτό σημαίνει πως όσο περισσότερες ετικέτες συνεισφέρει ένας συν-χαρακτηριστής τόσο πιο σημαντικός καθίσταται για το δίκτυο όσον αφορά τις τέσσερις κατηγορίες centrality, ήτοι Degree, Closeness, Betweenness και Eigenvector (με βάση τις τιμές των centrality metrics).

Όμως, δεν είναι γνωστό κατά πόσο είναι στατιστικά σημαντικό το αποτέλεσμα της παραπάνω συσχέτισης. Για το λόγο αυτό, υπολογίστηκε το p-value p , το οποίο αποτιμά την πιθανότητα να είναι στατιστικά σημαντική μία συσχέτιση. Να σημειωθεί πως στατιστικά σημαντική θεωρείται μία συσχέτιση με $p < 0.05$.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Πίνακα 11, η συσχέτιση για κάθε μία από τις τέσσερις κατηγορίες των centrality metrics θεωρείται στατιστικά σημαντική. Αυτό σημαίνει πως η υπόθεση ότι οι συν-χαρακτηριστές που συνεισφέρουν περισσότερες ετικέτες είναι πιο σημαντικοί στο δίκτυο, είναι ιδιαίτερα σημαντική (σε επίπεδο 0,5 για τα Degree, Closeness και Eigenvector και σε επίπεδο 0,4 για το Betweenness Centrality).

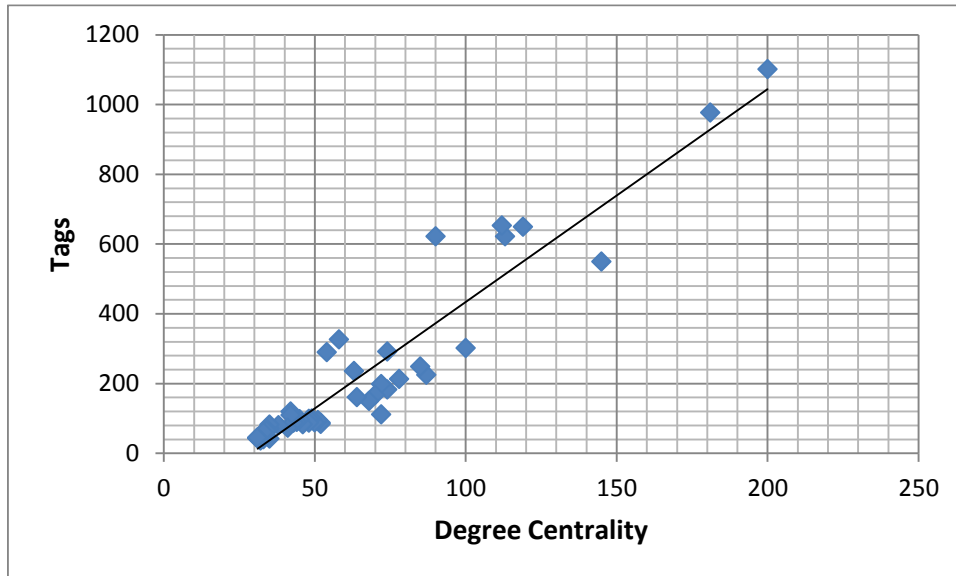
Εφόσον κάθε μία από τις τέσσερις συσχετίσεις είναι σημαντικοί, αξίζει να δοθεί εμβάθυνση στο μέγεθος της επίδρασης που έχει η υπολογιζόμενη συσχέτιση στο σύνολο του δείγματος, ώστε να εκμαιεύσουμε περισσότερες πληροφορίες από τη σύγκριση των τεσσάρων κατηγοριών των centralities. Για το σκοπό αυτό, υπολογίστηκε το effect size f , το οποίο αποτιμάται από τον ακόλουθο τύπο:

$$d = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s}$$

Να σημειωθεί πως κατά τον Pearson, υπάρχουν τρία επίπεδα διαχωρισμού του effect size f , ως εξής: α) 0.2 το οποίο χαρακτηρίζεται ως μικρό μέγεθος επίδρασης, β) 0,5 το οποίο χαρακτηρίζεται ως μεσαίο μέγεθος επίδρασης και γ) 0,5 το οποίο χαρακτηρίζεται ως μεγάλο μέγεθος επίδρασης. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Πίνακα 11, παρατηρούμε τα εξής:

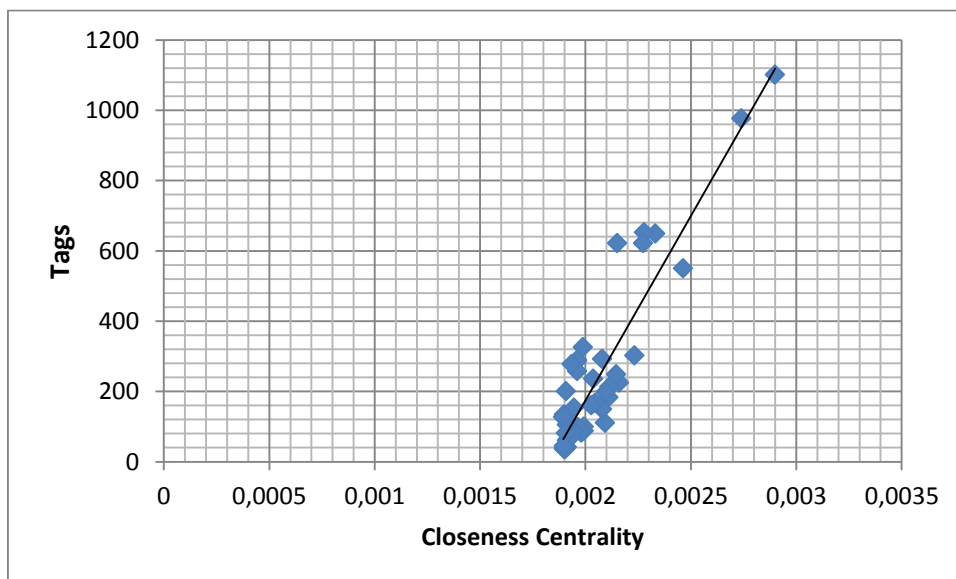
- **Degree Centrality:** Το επίπεδο συνεισφοράς ενός χρήστη με ετικέτες στο ψηφιακό αποθετήριο επιφέρει μία **μεσαία** επίδραση στο πλήθος του συν-χαρακτηρισμού και κατά συνέπεια στη δημιουργία συνδέσεων μεταξύ των χρηστών.
- **Closeness Centrality:** Το επίπεδο συνεισφοράς ενός χρήστη με ετικέτες στο ψηφιακό αποθετήριο επιφέρει **μεγάλη** επίδραση στην άμεση διάδοση νέων ετικετών στο δίκτυο συν-χαρακτηρισμού.
- **Betweenness Centrality:** Το επίπεδο συνεισφοράς ενός χρήστη με ετικέτες στο ψηφιακό αποθετήριο επιφέρει πολύ **μικρή** επίδραση στην σταδιακή συνένωση των μικρότερων υπο-ομάδων του δικτύου.
- **Eigenvector Centrality:** Το επίπεδο συνεισφοράς ενός χρήστη με ετικέτες στο ψηφιακό αποθετήριο επιφέρει **μεγάλη** επίδραση στη σύνδεση με άλλους σημαντικούς χρήστες (σε επίπεδο αριθμού συν-χαρακτηρισμών) ώστε να αξιοποιούν άμεσα καινούργιες ετικέτες που διαδίδονται στο δίκτυο.

Για την επαλήθευση των ανωτέρω αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε μία αναπαράσταση διασποράς μεταξύ των τιμών του εκάστοτε centrality metric και του πλήθους ετικετών που συνεισφέρει ο εκάστοτε συν-χαρακτηριστής του δικτύου.



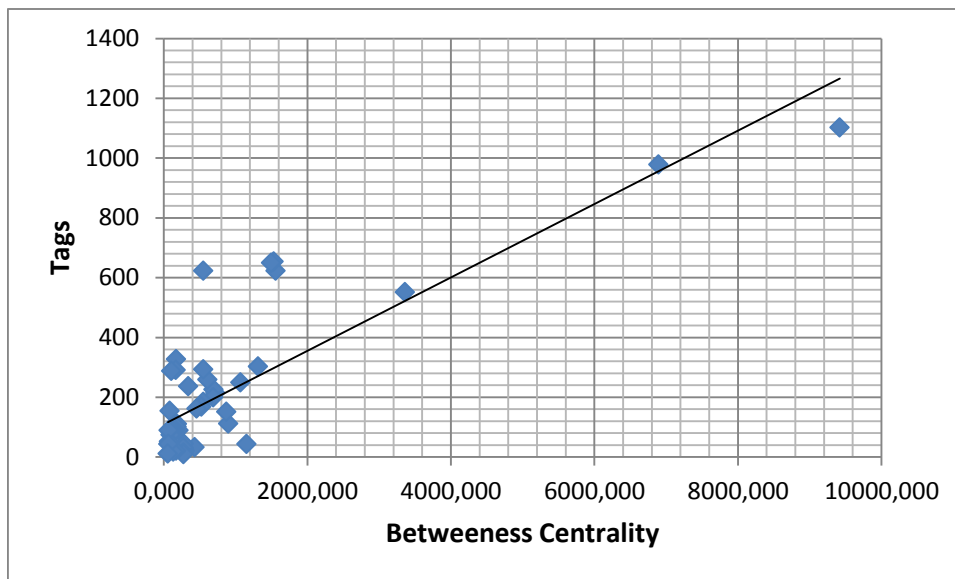
Σχήμα 11: Διασπορά του Degree Centrality σε Σχέση με το Πλήθος Ετικετών Συλλογικού Χαρακτηρισμού

Παρατηρώντας το Σχήμα 11 μπορούμε να διαπιστώσουμε την επίδραση που έχει το πλήθος των ετικετών συλλογικού χαρακτήρισμού στην αύξηση των συνδέσεων του δικτύου. Διακρίνεται πως η επίδραση στο βαθμό αύξησης του συν-χαρακτηρισμού σχετίζεται με το πλήθος των ετικετών συλλογικού χαρακτήρισμού, καθώς η αύξηση του πλήθους των ετικετών επιφέρει και αύξηση των συν-χαρακτηρισμών. Η μεσαία επίδραση που υπολογίστηκε προηγουμένως διακρίνεται από το μέσο εύρος των συν-χαρακτηρισμών (30, 200] μέσα στο οποίο εκτείνεται η διασπορά των ετικετών.



Σχήμα 12: Διασπορά του Closeness Centrality σε Σχέση με το Πλήθος Ετικετών Συλλογικού Χαρακτηρισμού

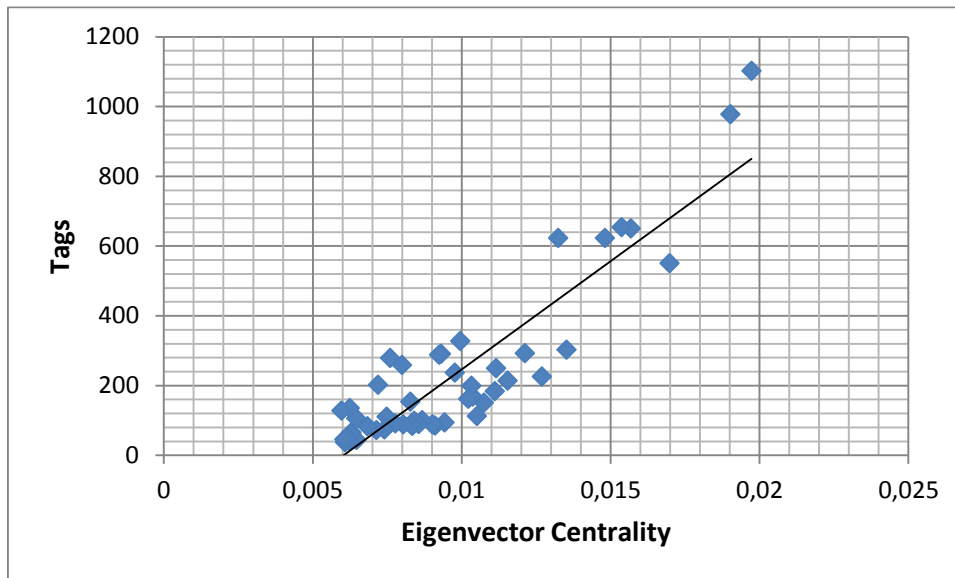
Παρατηρώντας το Σχήμα 12 μπορούμε να διαπιστώσουμε την μεγάλη επίδραση που έχει το πλήθος των ετικετών συλλογικού χαρακτηρισμού στη διάδοση νέων ετικετών στο δίκτυο συν-χαρακτηρισμού. Σε αυτή την περίπτωση, μπορεί κανείς να διακρίνει την άμεση και μεγάλη επίδραση που έχει η συνεισφορά ετικετών συλλογικού χαρακτηρισμού στο βαθμό διάδοσης νέων ετικετών στο δίκτυο, καθώς η διασπορά του πλήθους των ετικετών εκτείνεται ανάμεσα στο μικρό εύρος του closeness centrality (0,0019, 0,002899]. Δηλαδή η αύξηση του πλήθους ετικετών συλλογικού χαρακτηρισμού επιφέρει εξαιρετικά άμεση αύξηση και της διάδοσης νέων ετικετών στο δίκτυο, επαληθεύοντας έτσι τη μεγάλη επίδραση που υπολογίστηκε προηγουμένως.



Σχήμα 13: Διασπορά του Betweenness Centrality σε Σχέση με το Πλήθος Ετικετών Συλλογικού Χαρακτηρισμού

Παρατηρώντας το Σχήμα 13 μπορούμε να διαπιστώσουμε την ελαφρά επίδραση που επιφέρει το πλήθος των ετικετών συλλογικού χαρακτηρισμού στη σταδιακή σύνδεση των υπό-ομάδων του δικτύου. Από το Σχήμα 13 κατανοούμε πως:

- το πολύ μικρό πλήθος ετικετών συλλογικού χαρακτηρισμού σχετίζεται με πολύ μικρό βαθμό σταδιακής σύνδεσης των υπό ομάδων, πράγμα που επαληθεύει το μεγάλο βαθμό συσχέτισης που υπολογίστηκε προηγουμένως
- ελάχιστοι χρήστες που συνεισφέρουν μεγάλο πλήθος ετικετών συλλογικού χαρακτηρισμού κατανέμονται σε ένα εξαιρετικά μεγάλο εύρος του betweenness centrality (54, 9419). Αυτό δικαιολογεί το μικρό επίπεδο επίδρασης που υπολογίστηκε προηγουμένως όσον αφορά το πλήθος ετικετών με το βαθμό της σταδιακής σύνδεσης των υπό-ομάδων.



Σχήμα 14: Διασπορά του Eigenvector Centrality σε Σχέση με το Πλήθος Ετικετών Συλλογικού Χαρακτηρισμού

Παρατηρώντας το Σχήμα 14 μπορούμε να διαπιστώσουμε την μεγάλη επίδραση που επιφέρει το πλήθος των ετικετών συλλογικού χαρακτηρισμού στην άμεση χρήση των νέων ετικετών από τους χρήστες του δικτύου συν-χαρακτηρισμού. Πιο συγκεκριμένα διακρίνουμε πως το ποσοστό αύξησης του πλήθους ετικετών συλλογικού χαρακτηρισμού επιφέρει αναλόγως αύξηση και του βαθμού χρήσης νέων ετικετών που διαδίδονται στο δίκτυο, πράγμα που επαληθεύει το μεγάλο βαθμό συσχέτισης που υπολογίστηκε προηγουμένως. Επίσης όμως, διακρίνουμε πως η διασπορά των ετικετών συλλογικού χαρακτηρισμού εκτείνεται σε ένα πολύ μικρό εύρος τιμών της μεταβλητής του eigenvector centrality, πράγμα που υποδηλώνει τη μεγάλη και άμεση σχετική επίδραση που υπολογίστηκε προηγουμένως.

5.4 Ερευνητικό Ερώτημα 2: Σύνδεση Συσταδοποίησης Χρηστών με Ιδιαίτερα Χαρακτηριστικά Προφίλ Χρηστών

Σε αυτή την υπό-ενότητα αξιοποιείται ο αλγόριθμος συσταδοποίησης του εργαλείου NodeXL και μελετώνται οι ετικέτες συλλογικού χαρακτηρισμού ως προς τη εκπαιδευτική θεματική ενότητα στην οποία ανήκουν. Σκοπός είναι να αναγνωριστούν συστάδες χρηστών οι οποίες διακρίνονται σε διαφορετικές εκπαιδευτικές θεματικές ενότητες.

Για το σκοπό αυτό, αρχικά εισήχθησαν οι ετικέτες συλλογικού χαρακτηρισμού που έχουν αξιοποιηθεί στο δίκτυο συν-χαρακτηρισμού ετικετών στο εργαλείο WriteWords⁸ ούτως ώστε να υπολογιστεί η συχνότητα εμφάνισης της κάθε ετικέτας. Έπειτα αξιοποιήθηκε η θεματική ταξινόμια του ODS Vocabulary Bank⁹, ώστε να ενταχθούν οι ετικέτες στις επιμέρους εκπαιδευτικές θεματικές υπό-ενότητες. Έτσι, μπορούμε να αναγνωρίσουμε τις κύριες εκπαιδευτικές υπό-ενότητες στις οποίες εντάσσονται οι εκπαιδευτικοί που συν-χαρακτηρίζουν ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα στο αποθετήριο OSR. Στον Πίνακα 12 που ακολουθεί, καταγράφονται τα σχετικά αποτελέσματα.

Πίνακας 12: Οι Συστάδες Συν-χαρακτηριστών του Δικτύου

Εκπαιδευτική Θεματική Ενότητα	Υπό-ενότητα	Πλήθος Ετικετών	Σύνολο	Οι 3 Κορυφαίες Ετικέτες	Πλήθος
Φυσική	Κύματα	2.336	5.422	Ακτίνες - χ	691
	Φυσική Υψηλών Ενεργειών (Σωματιδιακή Φυσική)	1.144			
	Δυνάμεις και Κίνηση	1.115		Ακτίνες - γ	572
	Ενέργεια	702			
	Φως	64			
	Στερεά, Υγρά και Αέρια	32		Ραδιοκύματα	516
	Ηλεκτρισμός και Μαγνητισμός	29			
Αστρονομία	-	1.547	1.547	Voyager	416
				Διάστημα	415
				Ηλιακό Σύστημα	155
Βιολογία	Βιολογικές Διεργασίες	409	825	Επιστήμη της Ζωής	111
	Οικολογία	233		Κύκλος της Φύσης	102
	Άνθρωποι και Ζώα	183		Βιολογική Γεωργία	102
Γεωγραφία και Γεωεπιστήμες	Φυσικοί Πόροι	131	199	Φυσικοί Πόροι	102
				Ηφαιστειακή Έκρηξη	39
	Σεισμολογία	68		Τεκτονικές Πλάκες	30
Χημεία	-	165	165	Πράσινη Χημεία	47
				Ινστιτούτο Χημείας	30
				Χημική Αντίδραση	29
Περιβαλλοντική Εκπαίδευση	-	156	156	Φυσική Καταστροφή	39
				Περιβαλλοντική Προστασία	29
				Περιβαλλοντικό	29
		Σύνολο	8.314		

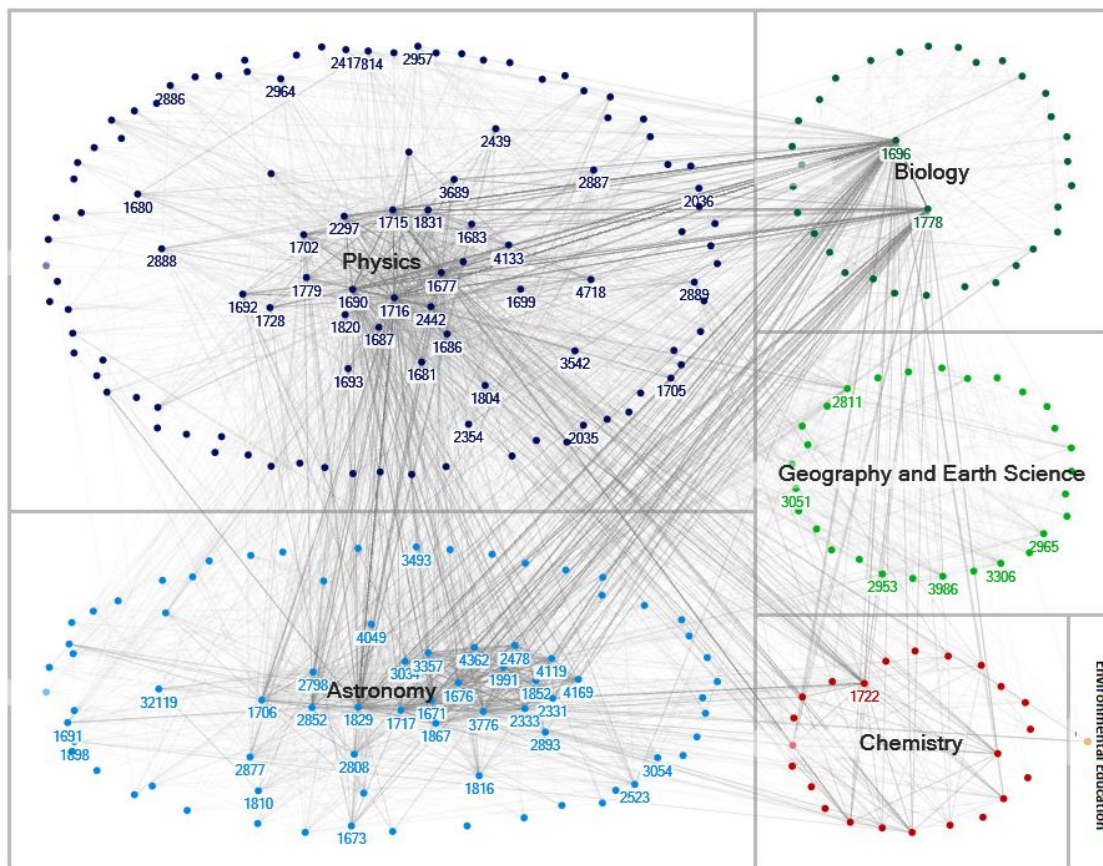
Να σημειωθεί πως από τις συνολικές 8.431 ετικέτες συλλογικού χαρακτηρισμού αφαιρέθηκαν οι 117 από τον υπολογισμό των αποτελεσμάτων του ανωτέρω Πίνακας 12

⁸ URL: http://www.writewords.org.uk/phrase_count.asp

⁹ <http://vocbank.opendiscoveryspace.eu/thematic/index.php?tema=476>

καθώς αποτελούνταν από τη λέξη «science» η οποία περιγράφει τη γενικότερη θεματική ενότητα στην οποία ανήκουν οι υπό-ενότητες που παρουσιάζονται στον Πίνακα 12.

Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε από τον Πίνακα 12 η πλειοψηφία των ετικετών σε ποσοστό **65,3%** (ήτοι 5.422 από τις συνολικά 8.314) αφορούν στην Εκπαιδευτική Θεματική Ενότητα της Φυσικής. Ακολουθεί σε ποσοστό **18,7%** η Αστρονομία (ήτοι 1.547 από τις συνολικά 8.314), έπειτα σε ποσοστό **9,9%** η Βιολογία (ήτοι 825 από τις συνολικά 8.314) και με ποσοστό **2,4%** η Γεωγραφία και Γεωεπιστήμες (ήτοι 199 από τις συνολικά 8.314). Τέλος εμφανίζονται η Χημεία με **1,9%** (ήτοι 165 από τις συνολικά 8.314) και η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση με ποσοστό **1,8%** (ήτοι 156 από τις συνολικά 8.314).



Σχήμα 15: Treemap Συστάδων Συν-χαρακτηριστών του Δικτύου

Στο παραπάνω Σχήμα 15 απεικονίζονται σε μορφή tree map οι συστάδες των επιμέρους θεματικών ενότητων που παρουσιάστηκαν στον Πίνακα 12. Αυτό που παρατηρούμε είναι πως υπάρχει ένα πολύ μεγάλο επίπεδο συν-χαρακτηρισμού μεταξύ των χρηστών που αντιπροσωπεύουν τις Εκπαιδευτικές Θεματικές Ενότητες της Φυσικής, της Αστρονομίας και της Βιολογίας. Οι τρεις αυτές ομάδες είναι στενά συνδεδεμένες ως προς τον συν-χαρακτηρισμό καθώς αντιπροσωπεύονται από τους τρεις σημαντικότερους χρήστες του

δικτύου όπως αναγνωρίστηκαν στην Ενότητα 5.3.1. Οι χρήστες αυτοί (ήτοι 1716, 1696 και 1829) πέρα από το συν-χαρακτηρισμό μαθησιακών ψηφιακών αντικειμένων της Εκπαιδευτικής Θεματικής Ενότητας που αντιπροσωπεύουν, εμπλέκονται σε μεγάλο βαθμό και σε συν-χαρακτηρισμό άλλων Εκπαιδευτικών Θεματικών Ενοτήτων, συμβάλλοντας έτσι στην σύνδεση των υπό-ομάδων. Έτσι κατατάσσονται στις υψηλότερες θέσεις όσον αφορά το Betweenness Centrality. Επιπλέον, μελετώντας τα προφίλ των χρηστών αυτών στο Αποθετήριο OSR παρατηρούμε πως αποτελούν ιδιαίτερα έμπειρους εκπαιδευτικούς στην εκάστοτε θεματική υπό-ενότητα που εκπροσωπούν (ήτοι τη Φυσική, την Αστρονομία και τη Βιολογία) πράγμα το οποίο σημαίνει πως η πολυετής εμπειρία τους στη διδασκαλία φυσικών επιστημών τους δίνει τη δυνατότητα αφενός μεν να χαρακτηρίζουν ψηφιακά αντικείμενα διαφορετικών θεματικών υπό-ενοτήτων (όπως φαίνεται και στο Σχήμα 15) και αφετέρου οι ετικέτες που χρησιμοποιούν να καθίστανται έγκυρες με βάση την εμπειρία τους και ως εκ τούτου αποδεκτές από τους υπόλοιπους χρήστες του δικτύου συν-χαρακτηρισμού ετικετών.

Η κεντρικότητα των χρηστών αυτών (ήτοι των 1716, 1696 και 1829), όσον αφορά τη γεωδαιτική τους θέση μέσα σε κάθε υπό-ομάδα, υποδηλώνει το μεγάλο πλήθος συνδέσμων που αναπτύσσουν. Έτσι συμβάλλουν στη σύνδεση μεταξύ κοινών χρηστών (όσον αφορά την Εκπαιδευτική Θεματική Ενότητα) δημιουργώντας κατά συνέπεια ιδιαίτερα συνεκτικές συστάδες. Συνδυάζοντας επίσης, το μεγάλο βαθμό συνδέσεων που αναπτύσσουν με χρήστες άλλων Εκπαιδευτικών Θεματικών Ενοτήτων, μπορούμε να ερμηνεύσουμε την υψηλή κατάταξή τους σε σχέση με τη μετρική του Degree Centrality.

Άλλο ένα ενδιαφέρον στοιχείο που απορρέει από το Σχήμα 15, και ιδιαίτερα παρατηρώντας τη γεωδαιτική κεντρική θέση των χρηστών είναι πως οι κεντρικοί αυτοί χρήστες (ήτοι 1716, 1696 και 1829), αποτελούν τα κεντρικότερα ενδιάμεσα μονοπάτια στην εκάστοτε Σύσταση που ανήκουν, κατατάσσοντάς τους αυτομάτως στους σημαντικότερους «Μεσίτες» Ετικετών. Δηλαδή, παρατηρούμε πως η πλειοψηφία των χαρακτηρισμών συνδέεται στενά με αυτούς τους κεντρικούς χρήστες συνεπώς αποκτούν αυτομάτως έλεγχο και στην περαιτέρω ροή τους. Αν συνδυάσουμε και το μεγάλο βαθμό συνδέσεων που αναπτύσσουν μπορούμε να αντιληφθούμε πως επηρεάζουν σε εξαιρετικό βαθμό τους υπόλοιπους χρήστες στη συνεισφορά ολοένα και περισσότερων ετικετών και κατά συνέπεια στην ανάπτυξη του ψηφιακού αποθετηρίου μαθησιακών αντικειμένων που μελετά η παρούσα εργασία. Οι προαναφερθείσες παρατηρήσεις ερμηνεύουν την υψηλή κατάταξη των χρηστών αυτών αναφορικά με τη μετρική του Closeness Centrality.

Επίσης, κάθε ένας από αυτούς τους σημαντικότερους χρήστες (ήτοι 1716, 1696 και 1829), πέρα από το μεγάλο πλήθος συνδέσεων που αναπτύσσει μέσα στη Συστάδα που ανήκει, συνδέεται άμεσα και με τους υπόλοιπους δύο σημαντικότερους χρήστες, οι οποίοι αντίστοιχα αναπτύσσουν μεγάλο πλήθος συνδέσεων στην εκάστοτε Συστάδα που ανήκουν. Αυτό τους κατατάσσει ως τους σημαντικότερους χρήστες αναφορικά με τη μετρική του Eigenvector Centrality.

Τέλος ενδιαφέρον παρουσιάζει η κατανομή του πλήθους των χρηστών στις επιμέρους Εκπαιδευτικές Θεματικές υπο-Ενότητες του αποθετηρίου OSR όπως αυτές παρουσιάζονται στο Σχήμα 15. Σύμφωνα με τις μετρήσεις του εργαλείου NodeXL (όπως παρουσιάζονται και στον Πίνακα 13), οι 279 συν-χαρακτηριστές ετικετών του αποθετηρίου διακρίνονται σε: α) 108 χρήστες της ενότητας «Φυσική», β) 79 χρήστες της ενότητας «Αστρονομία», γ) 35 χρήστες της ενότητας «Βιολογία», δ) 31 χρήστες της ενότητας «Γεωγραφία», ε) 25 χρήστες της ενότητας «Χημεία» και στ) 1 χρήστης της ενότητας «Περιβαλλοντικές Επιστήμες»

Πίνακας 13: Κατανομή του Πλήθους των Χρηστών του Αποθετηρίου ανά Εκπαιδευτική Θεματική υπό-Ενότητα

Εκπαιδευτική Θεματική Υπό-ενότητα	Πλήθος Χρηστών
Φυσική	108
Αστρονομία	79
Βιολογία	35
Γεωγραφία	31
Χημεία	25
Περιβαλλοντικές Επιστήμες	1
Σύνολο	279

Από τον παραπάνω Πίνακα 13 παρατηρούμε πως οι επικρατέστερες θεματικές υπό-ενότητες είναι αυτές της «Φυσικής» και της «Αστρονομίας» οι οποίες εκπροσωπούνται από τους κορυφαίους συν-χαρακτηριστές του δικτύου συν-χαρακτηρισμού ετικετών. Οι εν λόγω χρήστες λόγω της εμπειρίας τους ως εκπαιδευτικοί έχουν δημιουργήσει δύο πολυπληθείς ομάδες χρηστών οι οποίοι τους εμπιστεύονται και ακολουθούν το χαρακτηρισμό ετικετών. Από την άλλη πλευρά η θεματική ενότητα «Περιβαλλοντικές Επιστήμες» εκπροσωπείται μόνο από ένα χρήστη, ο οποίος φαίνεται με βάση το προφίλ του στο αποθετήριο OSR να είναι νέος εκπαιδευτικός χωρίς πολυετή εμπειρία. Αυτό το στοιχείο δείχνει πως ακόμα δεν έχει καταφέρει να επηρεάσει τους χρήστες στο χαρακτηρισμό μαθησιακών αντικειμένων που αφορούν τις «Περιβαλλοντικές Επιστήμες».

5.5 Ερευνητικό Ερώτημα 3: Μοτίβα Εξέλιξης Δικτύου και Αναγνώριση Μελλοντικών Τάσεων

Σε αυτή την υπό-ενότητα μελετούνται τα μοτίβα ανάπτυξης σε σχέση με το χρόνο του κοινωνικού δικτύου συν-χαρακτηρισμού ετικετών με σκοπό την αναγνώριση τάσεων για τη μελλοντική εξέλιξη του εν λόγω δικτύου.

Για να εντοπισθεί η εξέλιξη του δικτύου σε σχέση με το χρόνο, υπολογίσθηκε η ετήσια αύξηση των συν-χαρακτηρισμών του δικτύου. Τα αποτελέσματα αποτυπώνονται στον κάτωθι Πίνακας 14

Πίνακας 14: Ετήσια Αύξηση του Δικτύου Συν-χαρακτηρισμού Ετικετών

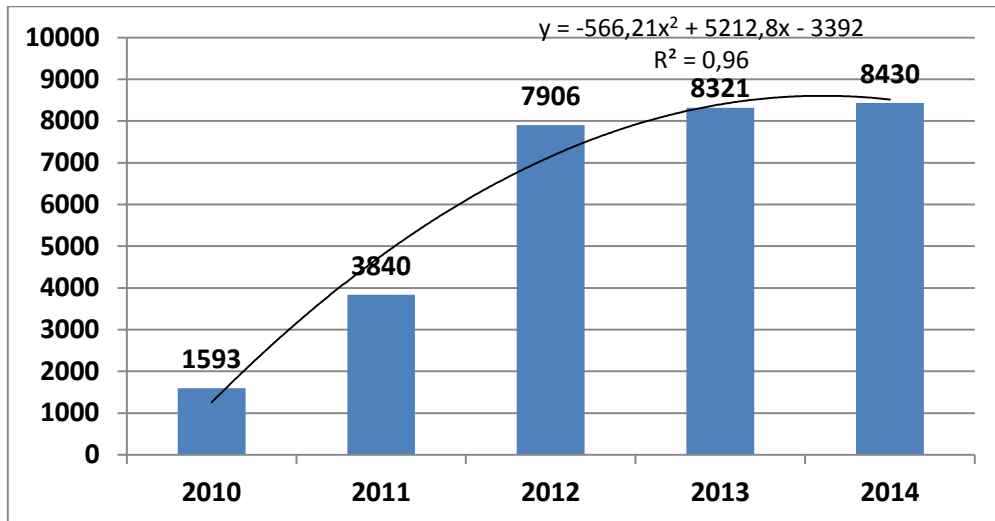
Έτος	Μήνας	Πλήθος Νέων Συν-χαρακτηρισμών	Άθροισμα Ετήσιων Συν-χαρακτηρισμών	Ετήσια Αύξηση του Δικτύου Συν-χαρακτηρισμού Ετικετών
2010	May	134	1593	1593
	Jun	134		
	Jul	164		
	Aug	90		
	Sep	178		
	Oct	491		
	Nov	329		
	Dec	73		
2011	Jan	10	2247	3840
	Feb	378		
	Mar	560		
	Apr	95		
	May	161		
	Jun	22		
	Jul	354		
	Aug	34		
	Sep	106		
	Oct	136		
	Nov	260		
	Dec	131		
2012	Jan	229	4066	7906
	Feb	453		
	Mar	113		
	Apr	542		
	May	1303		
	Jun	440		
	Jul	0		

	Aug	0		
	Sep	414		
	Oct	286		
	Nov	211		
	Dec	75		
2013	Jan	34		
	Feb	0		
	Mar	0		
	Apr	0		
	May	243		
	Jun	48	415	8321
	Jul	1		
	Aug	0		
	Sep	32		
	Oct	0		
	Nov	57		
	Dec	0		
2014	Jan	0		
	Feb	0		
	Mar	72	109	8430
	Apr	0		
	May	37		

Στο Σχήμα 16 παρακάτω, παρατηρούμε την ετήσια αθροιστική αύξηση των συν-χαρακτηρισμών ετικετών στο υπό μελέτη δίκτυο. Η αύξηση αυτή ακολουθεί την πολυωνυμική εξίσωση:

$$y = 566,21x^2 + 5212,8x - 3392$$

Ειδικότερα, παρατηρούμε πως τα δύο πρώτα έτη της δειγματοληψίας (ήτοι το 2010 και 2011) η αύξηση αφορά σε 2247 νέους συν-χαρακτηρισμούς, στη συνέχεια το 2012 η αύξηση των συν-χαρακτηρισμών είναι πιο ραγδαία και αφορά σε 4066 νέους χαρακτηρισμούς σε σχέση με το προηγούμενο έτος. Έπειτα παρατηρούμε ότι η αύξηση του δικτύου συν-χαρακτηρισμών σταθεροποιείται, καθώς πλέον κάθε έτος η αύξηση των χαρακτηρισμών είναι αρκετά μικρότερη από τα προηγούμενα δείγματα (ήτοι 415 νέοι συν-χαρακτηρισμοί το 2013 και 109 το 2014). Σύμφωνα με τους Leskovec et al. (2007) η ανάπτυξη ενός δικτύου μπορεί να αυξάνεται εκθετικά πολυωνυμικά, με τέτοιο τρόπο ώστε όταν το δίκτυο βρίσκεται στην φάση της αρχικής δημιουργίας του μέχρι τη φάση της ευρύτερης συγκρότησης του αυξάνεται ταχύτερα έως ότου φτάσει στη φάση της σταθεροποίησης του στην οποία το δίκτυο είναι σταθερό και η αύξηση των συν-χαρακτηρισμών έχει μικρότερο ρυθμό.



Σχήμα 16: Ετήσια αθροιστική αύξηση Συν-χαρακτηρισμών στο υπό μελέτη δίκτυο

Από το παραπάνω σχήμα κατανοούμε πως το δίκτυο συν-χαρακτηρισμών ετικετών έχει σταθεροποιηθεί. Αν συνυπολογίσουμε και την αναγνώριση των υπό-δικτύων θεματικών ενοτήτων (όπως αναλύθηκε στην προηγούμενη Ενότητα 5.4) κατανοούμε πως οι υπό-ομάδες αυτές έχουν πλέον στενούς δεσμούς μεταξύ τους και η ανάπτυξη των συν-χαρακτηρισμών έχει σταθεροποιηθεί, έτσι πιθανότατα η θεματική υποδιαίρεση του δικτύου που περιγράφηκε στην προηγούμενη ενότητα δεν θα μεταλλαχθεί στο μέλλον.

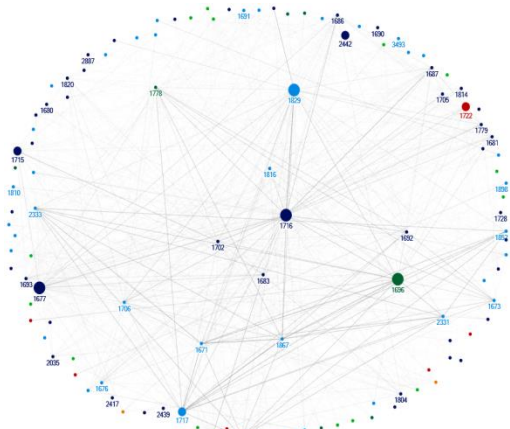
Η εξέλιξη ενός δικτύου σε σχέση με το χρόνο, μπορεί να διαπερνά από φάσεις οι οποίες χαρακτηρίζονται από το μέγεθος της πύκνωσης των δεσμών μεταξύ των χρηστών του δικτύου προς τη κατεύθυνση της μέγιστης συνοχής και συνεκτικότητας (Scott, 2012). Αυτές οι φάσεις μπορεί να είναι κυρίως οι εξής τέσσερις : α) τη **φάση γέννησης δικτύου**, β) τη **φάση συγκρότησης δικτύου**, γ) τη **φάση ανάδειξης δικτύου** και δ) τη **φάση σταθεροποίησης δικτύου**.

- **Φάση Γέννησης Δικτύου:** Η φάση αυτή παρατηρείται στην αφετηρία της δημιουργίας του δικτύου κατά την οποία οι συνδέσεις εμφανίζονται χωρίς όμως διακριτές σχέσεις υπο-ομάδων και εμφάνιση συνοχής του δικτύου
- **Φάση Συγκρότησης Δικτύου:** Η φάση αυτή παρατηρείται όταν οι συνδέσεις του δικτύου αρχίζουν να αυξάνονται ραγδαίως και εμφανίζονται χρήστες οι οποίοι έχουν κεντρικό ρόλο (με βάση τις τιμές των μετρικών κεντρικότητας) στη διάδοση των πληροφοριών και στο σχηματισμό υπο-ομάδων.
- **Φάση Ανάδειξης Δικτύου:** Η φάση αυτή παρατηρείται όταν πλέον η αύξηση των συνδέσεων έχει φτάσει σε τέτοιο σημείο ώστε οι υπό-ομάδες του δικτύου να

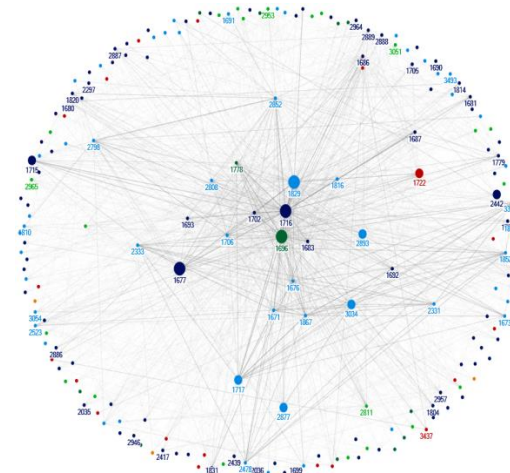
είναι διακριτές και έχουν αναγνωριστεί κεντρικοί χρήστες σε κάθε μία από αυτές οι οποίοι συμβάλλουν στην επέκτασή τους.

- **Φάση Σταθεροποίησης Δικτύου:** Η φάση αυτή παρατηρείται όταν πλέον η συνοχή και η συνεκτικότητα του δικτύου είναι υψηλή (με βάση τις μετρικές κεντρικότητας του δικτύου) και επίσης η συνοχή και η συνεκτικότητα εμφανίζονται υψηλές και σταθερές και στις επιμέρους υπό-ομάδες.

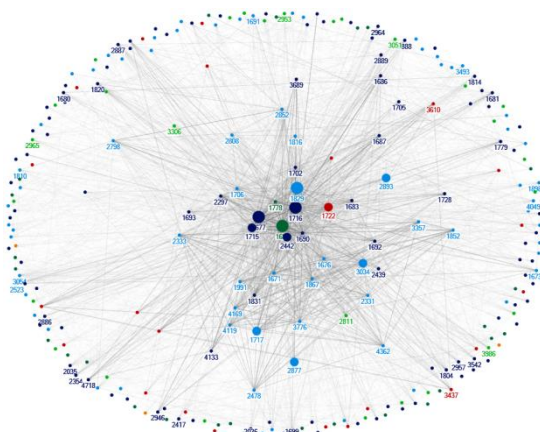
Το υπό μελέτη δίκτυο συν-χαρακτηρισμού ετικετών όπως εμφανίζεται και στις παρακάτω εικόνες φαίνεται να βρίσκεται στην τέταρτη φάση της εξέλιξης δικτύων σε σχέση με το χρόνο, ήτοι την Φάση Σταθεροποίησης Δικτύου.



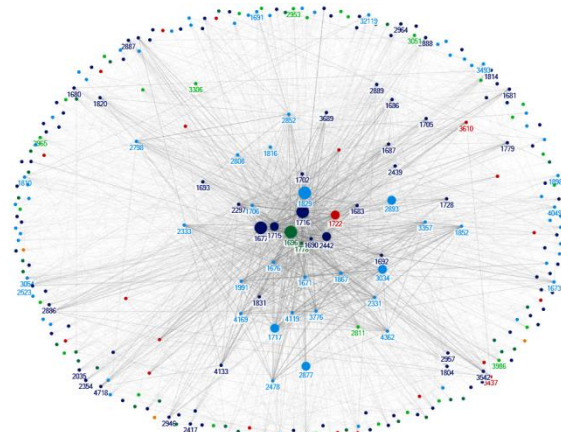
Σχήμα 17: Φάση Γέννησης Δικτύου



Σχήμα 18: Φάση Συγκρότησης Δικτύου



Σχήμα 19: Φάση Ανάδειξης Δικτύου



Σχήμα 20: Φάση Σταθεροποίησης Δικτύου

Καθώς το υπό μελέτη δίκτυο συν-χαρακτηρισμού ετικετών βρίσκεται πλέον στη Φάση Σταθεροποίησης Δικτύου, κατανοούμε πως το δίκτυο αλλά επίσης και οι επιμέρους συστάδες που το συγκροτούν και αναγνωρίστηκαν στην προηγούμενη υπό-ενότητα,

χαρακτηρίζονται από μεγάλη συνοχή και συνεκτικότητα. Αυτό σημαίνει πως πλέον έχουν διαμορφωθεί κεντρικοί χρήστες με συγκεκριμένο προφίλ οι οποίοι συγκροτούν το δίκτυο και κατευθύνουν τους συνδεδεμένους σε αυτούς χρήστες στη χρήση ετικετών συγκεκριμένων θεματικών ενοτήτων. Έτσι, αφού οι χρήστες με συγκεκριμένων προφίλ θεματικών ενοτήτων έχουν δημιουργήσει μία συνεκτική εξέλιξη του δικτύου και καθώς σύμφωνα με το μοντέλο «επιλεκτικής προσάρτησης» που περιγράφηκε στην Ενότητα 5.3, οι χρήστες που τους ακολουθούν εναρμονίζονται με τις προτιμήσεις τους, κατανοούμε πως μελλοντικά το δίκτυο δεν θα εμφανίσει καινούργια χαρακτηριστικά ή υπό-ομάδες που θα επεκτείνουν την συσταδοποίηση του δικτύου, παρά μόνο θα μπορούν να αυξάνονται οι χρήστες του δικτύου μέσα στα πλαίσια της εκάστοτε υπό-ομάδας.

Αν παρατηρήσουμε το έτος σύνδεσης στο αποθετήριο OSR των κεντρικότερων χρηστών (ήτοι οι 1716, 1696 και 1829) παρατηρούμε τα εξής:

- Ο χρήστης **1716**, συνδέθηκε στο Αποθετήριο το 2010, έτος που εμπίπτει στη Φάση Γέννησης του Δικτύου
- Οι χρήστες **1696** και **1829**, συνδέθηκαν το 2011, έτος που εμπίπτει στη Φάση Συγκρότηση του Δικτύου

Από τα παραπάνω, μπορούμε να κατανοήσουμε πως ο χρήστης **1716**, ως έμπειρος εκπαιδευτικός της Θεματικής Ενότητας της Φυσικής, συνέβαλε στην πρώιμη ανάπτυξη του δικτύου μέσω της συνεισφοράς του σε μεγάλο πλήθος ετικετών. Παράλληλα, η πρώιμη σύνδεση του στο αποθετήριο (σε σχέση με τους άλλους δύο κεντρικότερους χρήστες που συνδέθηκαν σε μεταγενέστερο χρόνο) τον βοήθησε να αναπτύξει τη μεγαλύτερη υπό-ομάδα του δικτύου η οποία αφορά τη θεματική υπό-ενότητα της Φυσικής. Με την απουσία των δύο άλλων κεντρικότερων χρηστών, κατάφερε να επηρεάσει τους περισσότερους χρήστες στο χαρακτηρισμό ετικετών ψηφιακών αντικειμένων της Φυσικής. Η ένταξη στο δίκτυο των άλλων δύο κεντρικότερων χρηστών συνέβαλε στην συγκρότηση του δικτύου καθώς η μεγάλη συνεισφορά τους και η επιρροή τους στο δίκτυο αύξησε τις περιπτώσεις συν-χαρακτηρισμού ετικετών. Μετέπειτα, η παράλληλη δράση και των τριών αυτών χρηστών ακολούθησε την συνήθη πορεία προς την σταθεροποίηση της ανάπτυξης του δικτύου όπως περιγράφηκε προηγουμένως.

5.6 Σύνοψη

Στο παρόν κεφάλαιο πραγματοποιήθηκε αρχικώς η απεικόνιση του γράφου του δικτύου και των μετρικών ανάλυσης των χρηστών του δικτύου συν-χαρακτηρισμού ετικετών. Εν

συνεχία παρουσιάστηκαν και ερμηνεύθηκαν τα αποτελέσματα των ερευνητικών ερωτημάτων που τέθηκαν στον ορισμό του προβλήματος που καλείται να μελετήσει η παρούσα εργασία. Στη συνέχεια αυτά τα αποτελέσματα αναλύονται και δίνεται η απάντηση στα τρία ερευνητικά ερωτήματα.

Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα και Μελλοντική Έρευνα

6.1 Συμπεράσματα

Στην παρούσα μελέτη της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας, αρχικώς αναγνωρίστηκε η ευρεία χρήση του συλλογικού χαρακτηρισμού ετικετών σε εφαρμογές Παγκόσμιου Ιστού 2.0 και τα πλεονεκτήματα που τη συνοδεύουν. Ειδικότερα, στο πεδίο της τεχνολογικά-υποστηριζόμενης μάθησης ο συλλογικός χαρακτηρισμός ετικετών συναντάται ως επί το πλείστον σε ψηφιακά αποθετήρια μαθησιακών αντικειμένων προς βελτίωση του τρόπου χαρακτηρισμού των μαθησιακών ψηφιακών αντικειμένων, καθώς για το σκοπό αυτό έως τώρα αξιοποιούνταν πρότυπα μεταδεδομένων που αποτελούνται από πεδία επιλογών που έχουν οριστεί από διεθνείς φορείς ή συμπράξεις φορέων. Εν συνεχεία, αναγνωρίστηκε το κοινωνικό δίκτυο χρηστών που αναπτύσσεται μεταξύ των χρηστών που αξιοποιούν τις ίδιες ετικέτες συλλογικού χαρακτηρισμού ούτως ώστε να χαρακτηρίσουν ψηφιακά αντικείμενα, ένα φαινόμενο το οποίο στη βιβλιογραφία χαρακτηρίζεται ως συν-χαρακτηρισμός ετικετών. Το κοινωνικό δίκτυο αυτό μπορεί να μελετηθεί και να αναλυθεί με βάση την μέθοδο ανάλυσης κοινωνικών δικτύων (social network analysis). Παρόμοιες έρευνες σε εφαρμογές Παγκόσμιου Ιστού 2.0 κατάφεραν να εξαγάγουν ενδιαφέροντα αποτελέσματα όσον αφορά στη συμβολή των κεντρικών χρηστών στην αύξηση της χρήσης του συλλογικού χαρακτηρισμού, στην αναγνώριση συστάδων χρηστών με συγκεκριμένα κοινά χαρακτηριστικά, τα οποία μπορούν να περιγράψουν το προφίλ των χρηστών της εκάστοτε εφαρμογής Παγκόσμιου Ιστού 2.0 και στην αναγνώριση προτύπων ανάπτυξης του δικτύου αυτού με απώτερο σκοπό την αναγνώριση τάσεων μελλοντικής εξέλιξης. Στην ίδια κατεύθυνση κινήθηκε και η παρούσα μελέτη ώστε να απαντήσει στα παραπάνω ερωτήματα με βάση την ανάλυση του κοινωνικού δικτύου συν-χαρακτηρισμού ετικετών στο πεδίο της τεχνολογικά-υποστηριζόμενης μάθησης με βάση ένα ψηφιακό αποθετήριο μαθησιακών αντικειμένων.

Έτσι, αξιοποιήθηκε η μέθοδος ανάλυσης κοινωνικών δικτύων συν-χαρακτηρισμού ετικετών των χρηστών του ψηφιακού αποθετηρίου Open Science Resources και τα ενδιαφέροντα ευρήματα συνοψίζονται παρακάτω:

Ερώτημα 1: Η συσχέτιση των πιο κεντρικών χρηστών του δικτύου με το επίπεδο συνεισφοράς τους σε ετικέτες συλλογικού χαρακτηρισμού στο δίκτυο είναι υψηλή ($r=0,94$ με $p<0,05$ όσον αφορά στη **Κεντρικότητα Βαθμού (Degree Centrality)**, $r=0,91$ με $p<0,05$

όσον αφορά στη **Κεντρικότητα Εγγύτητας (Closeness Centrality)**, $r=0,81$ με $p<0,05$ όσον αφορά στην **Ενδιάμεση Κεντρικότητα (Betweenness Centrality)**, $r=0,83$ με $p<0,05$ όσον αφορά στην **Κεντρικότητα Ιδιοδιανύσματος (Eigenvector Centrality)** συνεπώς, οι χρήστες που συμβάλουν ενεργά στη διάδοση των ετικετών συνεισφέρουν στην αύξηση του συλλογικού χαρακτηρισμού για την πληρέστερη περιγραφή των ψηφιακών αντικειμένων. Επιπλέον, η συμβολή των κεντρικότερων χρηστών στη διάδοση ετικετών συμβάλει στη δημιουργία υψηλής συνοχής του γράφου του δικτύου (ήτοι 97,8% στο μεγαλύτερο τμήμα του δικτύου), αυτό υποδηλώνει πως οι ετικέτες που διαμοιράζονται στο δίκτυο συν-χαρακτηρισμού ετικετών είναι αποδεκτές από ένα ιδιαίτερα μεγάλο ποσοστό των χρηστών και αξιοποιούνται από αυτούς, κατά συνέπεια μπορεί να θεωρηθεί πως είναι έγκυρες και περιγράφουν κατάλληλα τα αντικείμενα του αποθετηρίου. Αυτή η μετρική θα μπορούσε να αξιοποιηθεί για την πιθανή εξαγωγή παρόμοιων συμπερασμάτων για την εγκυρότητα των ετικετών συλλογικού χαρακτηρισμού που υπάρχουν σε παρόμοια αποθετήρια ψηφιακών αντικειμένων. Παράλληλα, μελετώντας την κατανομή της μετρικής **ενδιάμεσης κεντρικότητας (Betweenness centrality)**, παρατηρούμε πως οι χρήστες του εν λόγω αποθετηρίου ακολουθούν το μοντέλο της επιλεκτικής προσάρτησης (preferential attachment) (Halpin et al., 2007), δηλαδή οι περισσότεροι χρήστες λειτουργούν μιμητικά ακολουθώντας τις τάσεις των κεντρικότερων χρηστών, επαναχρησιμοποιώντας τις πιο δημοφιλείς ετικέτες της εκάστοτε υπό-ομάδας στην οποία ανήκουν. Αυτό μπορεί να υποδηλώσει την ανάγκη για την ανάπτυξη λειτουργιών σύστασης ετικετών στους χρήστες που ανήκουν σε συγκεκριμένες συστάδες με βάση τις δημοφιλείς ετικέτες που αξιοποιούν οι κεντρικότεροι χρήστες της εκάστοτε συστάδας. Σχετικά με την κατανομή της μετρικής **κεντρικότητας βαθμού (Degree Centrality)**, παρατηρούμε πως αυτή ακολουθεί την power law κατανομή, κατά την οποία οι περισσότεροι χρήστες συν-χαρακτηρίζουν σε μεγάλο βαθμό, κάτι το οποίο υποδηλώνει πως στο δίκτυο συν-χαρακτηρισμού ετικετών η επαναχρησιμοποίηση είναι σε υψηλό επίπεδο. Αυτό σημαίνει πως οι κεντρικοί χρήστες συμβάλουν στη διάδοση ετικετών που αξιοποιούνται από πολλούς χρήστες προς την κατεύθυνση της πληρέστερης και πιο έγκυρης περιγραφής των μαθησιακών αντικειμένων. Σε σχέση με την κατανομή της μετρικής **κεντρικότητας εγγύτητας (Closeness Centrality)**, παρατηρούμε πως μεγάλο πλήθος χρηστών (ήτοι το 79,9%) συμβάλει ιδιαίτερα στην άμεση διάδοση των νέων ετικετών, δημιουργώντας έτσι νέες συνδέσεις. Αυτό υποδηλώνει πως οι κεντρικοί χρήστες που χρησιμοποιούν νέες ετικέτες για την περιγραφή των αντικειμένων που αναρτώνται, συμβάλουν στην γρήγορη διάδοση των ετικετών αυτών σε όλους του

χρήστες του δικτύου και έτσι τα νέα αντικείμενα που αναρτώνται περιγράφονται πληρέστερα άμεσα.

Ερώτημα 2: Οι συστάδες που δημιουργούνται από τον συν-χαρακτηρισμό ετικετών είναι οι εξής έξι (6): Φυσική, Αστρονομία, Βιολογία, Γεωγραφία, Χημεία και Περιβαλλοντική Εκπαίδευση. Οι συστάδες αυτές απεικονίζουν το εκπαιδευτικό προφίλ των χρηστών του Ψηφιακού Αποθετηρίου Μαθησιακών Αντικειμένων, το οποίο χαρακτηρίζεται από τις εκπαιδευτικές θεματικές ενότητες στις οποίες εστιάζουν κατά τον συν-χαρακτηρισμό μαθησιακών αντικειμένων.

Ερώτημα 3: Το μοτίβο ανάπτυξης του δικτύου συν-χαρακτηρισμού ετικετών του ψηφιακού αποθετηρίου, το οποίο αναγνωρίστηκε στην παρούσα μελέτη, διακρίνεται σε τέσσερις φάσεις, ως εξής: α) Φάση γέννησης δικτύου, β) Φάση συγκρότησης δικτύου, γ) Φάση ανάδειξης δικτύου και δ) Φάση σταθεροποίησης δικτύου. Στη φάση σταθεροποίησης του δικτύου, η αύξηση των συνδέσεων έχει σταθεροποιηθεί και έχει δημιουργήσει συμπαγείς συνδέσεις μεταξύ των υπό-ομάδων του δικτύου, όπως αυτές αναγνωρίστηκαν στα αποτελέσματα του Ερωτήματος 2. Έτσι, η σταθεροποίηση αυτή οδηγεί στην μελλοντική τάση διατήρησης του χαρακτήρα του δικτύου, αποκλείοντας την επέκταση του σε περαιτέρω διαιρέσεις υπο-ομάδων και προσδίδοντας του το συγκεκριμένο χαρακτήρα που έχει έως τώρα, όπως αυτός διακρίνεται από τις έξι υπό-ομάδες που αναγνωρίστηκαν στο Ερώτημα 2.

6.2 Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα

Η μελλοντική έρευνα μπορεί να έχει στόχο σε διαφορετικές πτυχές του προβλήματος που αναδύθηκε στην παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Πιο συγκεκριμένα:

- Μπορούν να μελετηθούν και να εξεταστούν τα κοινωνικά δίκτυα χρηστών συν-χαρακτηρισμού ετικετών σε περισσότερα δείγματα Ψηφιακών Αποθετηρίων Μαθησιακών Αντικειμένων με απώτερο σκοπό την γενίκευση των αποτελεσμάτων της παρούσας εργασίας ούτως ώστε τα συμπεράσματα να καθίστανται πιο στέρεα.
- Μπορούν να αναπτυχθούν μηχανισμοί σύστασης ετικετών συλλογικού χαρακτήρισμού. Η σύσταση των ετικετών μπορεί να λαμβάνει υπόψιν το προφίλ των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών των χρηστών που εμφανίζονται στα αποτελέσματα του Ερωτήματος 2, και να προτείνει στους χρήστες αυτούς

συγκεκριμένα αντικείμενα που μπορούν να αξιοποιηθούν με βάση αυτό το
προφίλ.

Βιβλιογραφία

- Borgatti, S. P. (2005). Centrality and network flow. *Social Networks*, 27(1), pp. 55–71.
- Borgatti, S. P., & Everett, M. G. (2006). A Graph-theoretic perspective on centrality. *Social Networks*, 28(4), pp. 466–484
- Borgatti, S. P., Everett, M. G., & Johnson, J. C. (2013). *Analyzing social networks*. USA, LA: SAGE Publications Limited.
- Cela, K. L., Sicilia, M. Á., & Sánchez, S. (2014). Social Network Analysis in E-Learning Environments: A Preliminary Systematic Review. *Educational Psychology Review*, 27(1), pp. 219–246.
- Clauset, A., Newman, M. E., & Moore, C. (2004). Finding community structure in very large networks. *Physical review E*, 70(6).
- Cross, R. L., & Parker, A. (2004). *The hidden power of social networks: Understanding how work really gets done in organizations*. USA, MA: Harvard Business Press.
- Dahl, D., & Vossen, G. (2008). Evolution of learning folksonomies: social tagging in e-learning repositories. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 1(1), PP. 35-46.
- Daly, E. M. (2010). Investigation of localised centrality metrics for collaborative networks: What can they reveal? In M. O’Neil, R.F.E. Sutcliffe, C. Ryan, and M. Eaton (Eds.), *Artificial Intelligence and Cognitive Science*, (pp. 41-50). Germany, Berlin: Springer Berlin Heidelberg.
- Easley, D., & Kleinberg, J. (2010). *Networks, crowds, and markets: Reasoning about a highly connected world*. UK, Cambridge: Cambridge University Press.
- Ellison, N. B. (2007). Social network sites: Definition, history, and scholarship. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 13(1), pp. 210-230.
- Erétéo, G., Gandon, F., Corby, O., & Buffa, M. (2009). *Semantic social network analysis*. USA, NY: Cornell University Library Press
- Freeman, L. C. (1978). Centrality in social networks conceptual clarification. *Social Networks*, 1(3), pp. 215–239
- Freeman, L. C. (1980). Q-analysis and the structure of friendship networks. *International Journal of Man-Machine Studies*, 12(4), pp. 367-378
- Fruchterman, T., & Reingold, E. (1991). Graph drawing by force directed placement. *Software: Practice and Experience*, 21(11), pp. 1129–1164

- Furnas, G.W., Fake, C., Ahn, L., von Schachter, J., Golder, S., Fox, K., Davis, M., Marlow, C. & Naaman, M. (2006). Why do tagging systems work? In Proc. of the *1st International Conference on Human-Computer Interaction (CHI'06)*, Montreal, Canada, 22-27 April 2006.
- Furner, J. (2007). User tagging of library resources: toward a framework for system evaluation. *International Cataloguing and Bibliographic Control*, 37, pp. 47-51.
- Garton, L., Haythornthwaite, C., & Wellman, B. (1997). Studying Online Social Networks. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 3(1).
- Granovetter, M. S. (1973). The Strength of Weak Ties. *American Journal of Sociology*, 78(6), pp. 1360–1380.
- Gupta, M., Li, R., Yin, Z., & Han, J. (2010). Survey on social tagging techniques. *ACM SIGKDD Explorations Newsletter*, 12(1), pp. 58-72.
- Halpin, H., Robu, V., & Shepherd, H. (2007). The complex dynamics of collaborative tagging. In Proceedings of the *16th international conference on World Wide Web (WWW2007)* (pp. 211-220), Banff, Canada, 8–12 May 2007,
- Kim, H. L., Breslin, J. G., Chao, H. C., & Shu, L. (2013). Evolution of social networks based on tagging practices. *IEEE Transactions on Services Computing*, 6(2), pp. 252-261
- Klamma, R., Spaniol, M., Cao, Y., & Jarke, M. (2006). Pattern-Based Cross Media Social Network Analysis for Technology Enhanced Learning in Europe. In W. Nejdl, and K. Tochtermann (Eds.), *Innovative Approaches for Learning and Knowledge Sharing* (pp. 242–256), Germany, Berlin: Springer Berlin Heidelberg.
- Knoke, D., & Yang, S. (2008). Social Network Analysis. *Social Networks*, 8.
- Leskovec, J., Kleinberg, J., & Faloutsos, C. (2007). Graph evolution: Densification and shrinking diameters. *ACM Transactions on Knowledge Discovery from Data (TKDD)*, 1(1), pp. 1–42.
- Lin, J. W., Huang, H. H., & Chuang, Y. S. (2014). The impacts of network centrality and self-regulation on an e-learning environment with the support of social network awareness. *British Journal of Educational Technology*, 46(1), pp. 32-44.
- Marin, A., & Wellman, B. (2010). Social network analysis: An introduction. In J. Scott, and P.J. Carrington (Eds.) *Handbook of Social Network Analysis*, USA, NY: SAGE Publications.
- Marlow, C., Naaman, M., Boyd, D., & Davis, M. (2006). HT06, tagging paper, taxonomy, Flickr, academic article, to read. In Proc. of the *17th ACM Conference on Hypertext and Hypermedia* (pp. 31-40), Odense, Denmark, 22–25 August 2006.

- Millen, D. R., & Feinberg, J. (2006). Using Social Tagging to Improve Social Navigation. In Proc. of the *Workshop on the Social Navigation and Community based Adaptation Technologies* (SNC-BAT 06), Dublin, Ireland, 20 June 2006.
- Mislove, A., Koppula, H. S., Gummadi, K. P., Druschel, P., & Bhattacharjee, B. (2008). Growth of the flickr social network. In Proc. of the *1st Workshop on Online social networks* (WOSN 2008) (pp. 25-30), Seattle, USA, 17–22 August 2008.
- Negoescu, R. A., & Gatica-Perez, D. (2010). Modeling flickr communities through probabilistic topic-based analysis. *IEEE Transactions on Multimedia*, 12(5), pp. 399–416.
- Neven, F., & Duval, E. (2002, December). Reusable learning objects: a survey of LOM-based repositories. In Proc. of the *10th ACM international conference on Multimedia* (MM'10) (pp. 291-294), Firenze, Italy, 25–29 October 2010.
- Newman, M. E. (2005). A measure of betweenness centrality based on random walks. *Social networks*, 27(1), pp. 39-54.
- Ni, C. Q., Sugimoto, C. R., & Jiang, J. P. (2011). Degree, Closeness, and Betweenness: Application of group centrality measurements to explore macro-disciplinary evolution diachronically. In Proc. of the *The 13th Conference of the International Society for Scientometrics and Informetrics* (ISSI 2011) (pp. 605–616), Durban, South Africa, 4–7 July 2011.
- Opsahl, T., Agneessens, F., & Skvoretz, J. (2010). Node centrality in weighted networks: Generalizing degree and shortest paths. *Social Networks*, 32(3), pp. 245-251.
- Otte, E., & Rousseau, R. (2002). Social network analysis: a powerful strategy, also for the information sciences. *Journal of Information Science*, 28(6), pp. 441-453.
- Papadopoulos, S., Skusa, A., Vakali, A., Kompatsiaris, Y., & Wagner, N. (2009). *Bridge bounding: A local approach for efficient community discovery in complex networks*. USA, NY: Cornell University Library Press.
- Rabbany, R., Takaffoli, M., & Zaïane, O. R. (2011). Analyzing participation of students in online courses using social network analysis techniques. In Proc. of the *4th International Conference on Educational Data Mining* (EDM 2011), Eindhoven, Netherlands, 6–8 July 2011.
- Rodrigues, E.M., & Milic-Frayling, N. (2011). Flickr – Linking People, Photos, Tags. In D.L. Hansen, B. Schneiderman & M.A. Smith (Eds.), *Analyzing Social Media Networks with NodeXL*, Massachusetts, USA: Elsevier.
- Scott, J. (2012). *Social network analysis*. USA, NY: Sage Publications.

- Shamma, D. A., Kennedy, L., & Churchill, E. F. (2009). Tweet the debates: understanding community annotation of uncollected sources. In Proc. of the 1st SIGMM workshop on Social media (WSM '09), Beijing, China, 19–24 October 2009.
- Sie, R. L. L., Ullmann, D. T., Rajagopal, K., Cela, K., Bitter-Rijkema, M. E., & Sloep, P. B. (2012). Social network analysis for technology-enhanced learning: review and future directions. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 4(3/4), pp. 172–190.
- Smith, M. A., Shneiderman, B., Milic-Frayling, N., Mendes Rodrigues, E., Barash, V., Dunne, C., ... & Gleave, E. (2009). Analyzing (social media) networks with NodeXL. In Proc. of the 4th international Conference on Communities and Technologies (C&T'09), Philadelphia, USA, 25–27 June 2009.
- Tang, J., Musolesi, M., Mascolo, C., & Latora, V. (2009). Temporal distance metrics for social network analysis. In Proc. of the 2nd Workshop on Online social networks (WOSN 2008), Barcelona, Spain, 17 August 2009.
- Ternier, S., Duval, E., Massart, D., Campi, A., Guinea, S., & Ceri, S. (2008). Interoperability for searching learning object repositories: the ProLearn query language. *D-Lib Magazine*, 14(1).
- Tichy, N. M., Tushman, M. L., & Fombrun, C. (1979). Social Network Analysis for Organizations. *The Academy of Management Review*, 4(4), pp. 507–519.
- Trant, J. (2009). Studying social tagging and folksonomy: A review and framework. *Journal of Digital Information*, 10(1).
- Trattner, C., Körner, C., & Helic, D. (2011). Enhancing the navigability of social tagging systems with tag taxonomies. In Proc. of the 11th ACM International Conference on Knowledge Management and Knowledge Technologies (i-Know 2011), Graz, Austria, 7–9 September 2011.
- Ullrich, C., Borau, K., & Stepanyan, K. (2010). Who students interact with? A social network analysis perspective on the use of twitter in language learning. *Lecture Notes in Computer Science*, 6383, pp. 432–437.
- Vuorikari, R., & Ochoa, X. (2009). Exploratory analysis of the main characteristics of tags and tagging of educational resources in a multi-lingual context. *Journal of Digital Information*, 10(2).
- Vuorikari, R., Poldoja, H., & Koper, R. (2010). Comparison of tagging in an educational context – any chances of interplay? *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 2(1/2), pp. 111-131.

- Wakita, K., & Tsurumi, T. (2007). Finding community structure in mega-scale social networks. In Proc. of the *16th international conference on World Wide Web (WWW2007)* (pp. 1275-1276), Banff, Canada, 8–12 May 2007
- Wasserman, S., & Faust, K. (1994). *Social network analysis: Methods and applications*. New York: Cambridge university press
- Welser, H. T., Gleave, E., Barash, V., Smith, M., & Meckes, J. (2009). Whither the Experts? – Social affordances and the cultivation of experts in community Q&A systems. In Proc. of the *12th IEEE International Conference on Computational Science and Engineering (CSE 2009)* (pp. 450–455), Vancouver, Canada, 29–31 August 2009.
- White, H. C., Boorman, S. A., & Breiger, R. L. (1976). Social Structure from Multiple Networks. I. Blockmodels of Roles and Positions. *American Journal of Sociology*, 81(4), pp. 730–780.
- Willet, P. (2006). The Porter stemming algorithm: then and now. *Program*, 40(3), pp. 219-223
- Zervas, P., & Sampson, D. G. (2014). The effect of users' tagging motivation on the enlargement of digital educational resources metadata. *Computers in Human Behavior*, 32, pp. 292-300.
- Zervas, P., Alifragkis, C., & Sampson, D. G. (2014). A quantitative analysis of learning object repositories as knowledge management systems. *Knowledge Management & E-Learning*, 6(2), pp. 156–170.