



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

“Εργαλεία για την υποστήριξη ανάλυσης κοινωνικών δικτύων
(Analysis of Online Social Networks)”

ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ ΜΙΧΕΛΑΚΗΣ

A.M. 1478

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣ ΜΙΧΑΗΛ

ΠΑΤΡΑ 2023

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή

Πάτρα, 2023

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1. Παρασκευάς Μιχαήλ, καθηγητής, επιβλέπων
2. Τζήμας Ιωάννης, καθηγητής
3. Χριστοδούλου Σωτήριος, επικ. καθηγητής

Πίνακας Περιεχομένων

Πίνακας Περιεχομένων	3
Κατάλογος Πινάκων	4
Κατάλογος Εικόνων	4
Πίνακας Ακρωνυμίων	5
Περίληψη	6
Abstract	7
1 Εισαγωγή	8
1.1. Κοινωνικά δίκτυα	8
1.2. Δίκτυα πληροφοριών	10
1.3. Διαδικτυακοί ιστότοποι κοινωνικής δικτύωσης	11
2 Θεωρητικό υπόβαθρο	13
2.1 Θεωρία σύνθετων δικτύων	13
2.2 Ορισμός	14
2.3 Λειτουργίες	17
2.4 Χρήση	18
2.5 Δομικά χαρακτηριστικά	20
3 Η άνοδος της δημοτικότητας	25
3.1 Η αρχή των διαδικτυακών κοινωνικών δικτύων	25
3.2 Η άνοδος της δημοτικότητας	26
3.3 Το παγκόσμιο φαινόμενο στις μέρες μας	27
3.4 Ταξινόμηση των διαδικτυακών κοινωνικών δικτύων	29
4 Εργαλεία ανάλυσης κοινωνικών δικτύων	31
4.1 Μέθοδοι ανάλυσης δεδομένων σε διαδικτυακά κοινωνικά δίκτυα	31
4.2 Μετρικές εργαλείων ανάλυσης κοινωνικών δικτύων	34
4.3 Εργαλεία ανάλυσης κοινωνικών δικτύων	37
4.4 Συγκριτικός πίνακας εργαλείων	41
5 Πρακτικό Μέρος	45
6 Συμπεράσματα	54
7 Βιβλιογραφία	55

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1 Πίνακας όρων και ορισμών	14
Πίνακας 2 Συγκριτικός πίνακας εργαλείων	41
Πίνακας 3 Συγκριτικός πίνακας εργαλείων (συνέχεια)	42
Πίνακας 4 Συγκριτικός πίνακας εργαλείων (συνέχεια)	43
Πίνακας 5 Συγκριτικός πίνακας εργαλείων (συνέχεια)	44
Πίνακας 6 Αποτελέσματα ταξινομημένα βάση βαθμού κεντρικότητας ενδιαμεσότητας	51
Πίνακας 7 Οι πέντε πιο σημαντικοί χρήστες στο δίκτυο	53

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1 Κόμβος A με ίδιο βαθμό κεντρικότητας αλλά διαφορετικό ρόλο στους γράφους a & b	35
Εικόνα 2 Διαδικασία εξόρυξης δεδομένων από το Twitter	46
Εικόνα 3 Λεπτομέρειες γράφου δικτύου	47
Εικόνα 4 Γράφημα δικτύου	48
Εικόνα 5 Γράφημα δικτύου μετά το φιλτράρισμα διπλών εγγραφών	49
Εικόνα 6 Επιλογή μετρικών στο NodeXL	50
Εικόνα 7 Ταξινόμηση αποτελεσμάτων	52

Πίνακας Ακρωνυμίων

UCC	Unified Communications and Colaboration
PR	Page Rank
WWW	World Wide Web
U.G.C	User Generated Content
SNS	Social Network Site
AI	Artificial Intelligence
NLP	NeuroLinguistic Programming
SNA	Social Network Analysis
API	Application Programming Interface

Περίληψη

Καθώς ο Παγκόσμιος Ιστός συνεχίζει να εξελίσσεται, τα άτομα χρησιμοποιούν τεχνολογίες συνεργασίας για την προώθηση της συνεργασίας μεταξύ διαφόρων οργανισμών. Αξιοποιώντας τη διάδοση των gadgets και των υπηρεσιών πληροφοριών, η συνεργασία μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω ψηφιακών κοινωνικών δικτύων που βοηθούν τους χρήστες να επικοινωνούν κοινωνικά και να διατηρούν επαφή με τους φίλους τους. Οι ερευνητές από διάφορους κλάδους ενδιαφέρονται όλο και περισσότερο για τη διερεύνηση των ψηφιακών κοινωνικών δικτύων. Ως αποτέλεσμα, έχουν αναπτυχθεί διάφορες τεχνικές για την εξέταση των συνδέσεων μεταξύ ατόμων, κοινωνικών ομάδων, οργανισμών και άλλων οντοτήτων επεξεργασίας γνώσης στον Παγκόσμιο Ιστό. Ο διεπιστημονικός τομέας της εξαγωγής νοημοσύνης από τέτοια δεδομένα αναπτύσσεται ταχύτατα και απαιτεί τη συγχώνευση επιστημονικών τεχνικών και γνώσεων. Η ανάλυση κοινωνικών δικτύων, η ανάλυση συναισθήματος, η ανάλυση τάσεων και η συνεργατική πρόταση αποτελούν σημαντικές αναλυτικές τεχνικές. Αν και η απαίτηση για μια επικαιροποιημένη και σαφή ταξινόμηση των σχετικών ερευνών δυσχεραίνεται τόσο από την πρόσφατη ύπαρξή τους όσο και από το γεγονός ότι η επιστήμη βρίσκεται σήμερα στην αιχμή της επεξεργασίας δεδομένων που παράγονται από τον άνθρωπο. Το παρόν δοκίμιο έχει ως στόχο να παρουσιάσει τα ψηφιακά κοινωνικά δίκτυα, και τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για τη μελέτη τους. Επίσης θα παρουσιαστούν και οι μετρικές οι οποίες χρησιμοποιούνται για την ανάλυση των δεδομένων με πρακτική υλοποίηση ενός εργαλείου ανάλυσης κοινωνικών δικτύων.

Abstract

Due to the World Wide Web's increasing successes, individuals are now using collaborative technologies to promote collaboration amongst various organizations. Digital social networks, which make use of the pervasiveness of technologies and information services, may be used to foster collaboration by facilitating people's social contact and allowing them to keep in touch with their friends. Researchers from many different sectors are now heavily interested in the investigation of digital social networks. As a result, several approaches to analyzing how individuals, teams, companies, and other knowledge-processing entities interact on the Web have been developed. An interdisciplinary subject that is quickly growing and calls for the collaboration of scientific instruments and knowledge is the extraction of intelligence from such data. The examination of social networks, mood, trends, and recommendations from groups of people are important analytical techniques. Nevertheless, the requirement for an updated and clear classification of related research is hampered by both their recent existence and the fact that science is currently at the cutting edge of processing human-generated data. This essay aims to present digital social networks, and the tools used to study them. The metrics used to analyze the data will also be presented with a practical implementation of a social network analysis tool.

1 Εισαγωγή

Στο Κεφάλαιο 1 παρουσιάζονται βασικές έννοιες των κοινωνικών δικτύων και πληροφορίες σχετικά με τη φιλοσοφία, τη δομή και το τρόπο εξέλιξής τους. Συγκεκριμένα, παρουσιάζεται η έννοια των "έξι βαθμών διαχωρισμού", ιστότοποι δικτυακών δικτύων και τα δίκτυα πληροφοριών.

1.1. Κοινωνικά δίκτυα

Το 1967, ο Αμερικανός ψυχολόγος Stanley Milgram (1967) διεξήγαγε το πείραμα του "μικρού κόσμου", κατά το οποίο έστειλε επιστολές σε εξήντα εθελοντές στο Κάνσας και τους ζήτησε να προωθήσουν τους φακέλους σε ένα συγκεκριμένο άτομο στη Μασαχουσέτη -με το χέρι και μέσω φίλων ή φίλων φίλων. Τα γράμματα που έφτασαν στον παραλήπτη προωθήθηκαν, κατά μέσο όρο, από πέντε έως επτά άτομα. Αυτό θεωρείται εμπειρική απόδειξη ότι οι αυθαίρετοι άνθρωποι στην κοινωνία μας συνδέονται μεταξύ τους μέσω φίλων και φίλων φίλων. Η υπόθεση του μικρού κόσμου που βασίζεται στα ευρήματα του Milgram δηλώνει ότι ο αριθμός των προσωπικών γνωριμιών που απαιτούνται για να συνδεθούν δύο τυχαία άτομα στον πλανήτη είναι μικρός. Η υπόθεση αυτή οδήγησε στην έκφραση "οι έξι βαθμοί διαχωρισμού", που σημαίνει ότι δύο οποιαδήποτε τυχαία άτομα συνδέονται μεταξύ τους με μια αλυσίδα περίπου έξι ατόμων.

Οι "έξι βαθμοί διαχωρισμού" είναι μία από τις βασικές έννοιες των κοινωνικών δικτύων στο Διαδίκτυο. Μέσω των ιστότοπων κοινωνικής δικτύωσης, οι φίλοι μπορούν να συνδεθούν, να ανταλλάξουν πληροφορίες και να διατηρήσουν επαφή. Επιπλέον, σας παρέχουν την ευκαιρία να κάνετε νέους φίλους μέσω των σημερινών σας γνωριμιών. Όταν χρησιμοποιούν το σύστημα για πρώτη φορά, οι χρήστες χρειάζεται να δημιουργήσουν ένα προφίλ σε αυτό που περιλαμβάνει το όνομά τους, τα γενέθλιά τους και μια φωτογραφία. Οι προσωπικές πληροφορίες καθίστανται διαθέσιμες σε άλλους χρήστες του συστήματος και χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό φίλων στο δίκτυο και την προσθήκη τους σε έναν κατάλογο επαφών. Στα περισσότερα συστήματα, οι χρήστες δεν μπορούν να δουν μόνο τους φίλους τους αλλά και τους φίλους δεύτερου βαθμού (φίλους των φίλων τους). Ορισμένα δίκτυα ακολουθούν μια προσέγγιση "μόνο

με πρόσκληση". Ως εκ τούτου, κάθε άτομο στο σύστημα συνδέεται αυτόματα με τουλάχιστον ένα άλλο άτομο. Οι διαδικτυακές υπηρεσίες που είναι γνωστές ως ιστότοποι κοινωνικής δικτύωσης, σύμφωνα με την Danah M. Boyd, επιτρέπουν στους χρήστες (1) να δημιουργούν ένα δημόσιο ή ημι-δημόσιο προφίλ μέσα σε ένα περιορισμένο σύστημα, (2) να καταρτίζουν έναν κατάλογο άλλων χρηστών με τους οποίους μοιράζονται μια σύνδεση και (3) να βλέπουν και να περιηγούνται στον κατάλογο των συνδέσεών τους καθώς και σε αυτές που δημιουργούν άλλοι μέσα στο σύστημα. Αυτές οι συνεργασίες μπορεί να έχουν διάφορες μορφές και ονομασίες ανάλογα με τον ιστότοπο (boyd & Ellison, 2007).

Ο Won Kim πρότεινε να οριστούν οι κοινωνικοί ιστότοποι ως οι ιστότοποι που επιτρέπουν στους ανθρώπους να σχηματίζουν διαδικτυακές κοινότητες και να μοιράζονται περιεχόμενο που δημιουργείται από τους χρήστες (UCCs). Οι άνθρωποι μπορεί να είναι οι χρήστες του ανοικτού Διαδικτύου ή ίσως να περιορίζονται σε εκείνους που ανήκουν σε έναν συγκεκριμένο οργανισμό (π.χ. εταιρεία, πανεπιστήμιο, επαγγελματική κοινωνία κ.λπ.) Η κοινότητα μπορεί να είναι ένα δίκτυο φίλων εκτός σύνδεσης (των οποίων η φιλία επεκτείνεται στο διαδίκτυο), διαδικτυακοί γνωστοί ή μία ή περισσότερες ομάδες συμφερόντων (με βάση το σχολείο που παρακολούθησαν, το χόμπι, το ενδιαφέρον, τον σκοπό, το επάγγελμα, την εθνικότητα, το φύλο, την ηλικιακή ομάδα κ.λπ.) Το UCC μπορεί να περιλαμβάνει φωτογραφίες, βίντεο, σελιδοδείκτες ιστοσελίδων, προφίλ χρηστών, ενημερώσεις δραστηριοτήτων του χρήστη, κείμενο (ιστολόγιο, μικρο-ιστολόγιο και σχόλια) κ.λπ. Η κοινή χρήση του UCC περιλαμβάνει, κατ' ελάχιστον, την ανάρτηση, την προβολή και τον σχολιασμό του UCC και μπορεί επίσης να περιλαμβάνει την ψηφοφορία, την αποθήκευση και την αναμετάδοση του UCC. Χονδρικά, θεωρεί τους ιστότοπους κοινωνικής δικτύωσης ως ένωση των ιστότοπων κοινωνικής δικτύωσης και των ιστότοπων μέσω κοινωνικής δικτύωσης.

Οι όροι "ιστότοποι κοινωνικής δικτύωσης" και "ιστότοποι μέσω κοινωνικής δικτύωσης" έχουν ήδη χρησιμοποιηθεί χαλαρά και ευρέως σε άρθρα του Τύπου, ιστολόγια, δελτία τύπου από τους ιστότοπους κ.λπ. και τα χαρακτηριστικά των εν λόγω ιστότοπων εξελίσσονται ραγδαία. Ως εκ τούτου, δεν θεωρούμε ότι δικαιολογούνται προσπάθειες για τον ακριβέστερο ορισμό των ιστότοπων κοινωνικής δικτύωσης (για το θέμα αυτό, των ιστότοπων κοινωνικής δικτύωσης και των ιστότοπων μέσω κοινωνικής δικτύωσης) από τον παραπάνω..

Μέσω των ιστοτόπων κοινωνικής δικτύωσης, οι χρήστες συνήθως καταφέρνουν να διατηρούν συνδέσεις με άλλα μέλη διαδικτυακών κοινοτήτων. Οι πιο γνωστοί ιστοτόποι κοινωνικής δικτύωσης σήμερα είναι το MySpace, το Facebook, το Instagram, το Reddit και το TikTok. Στους ιστοτόπους κοινωνικής δικτύωσης, οι χρήστες μπορούν να ανταλλάσσουν UCCs. Ορισμένοι από τους πιο διαδεδομένους ιστοτόπους κοινωνικής δικτύωσης περιλαμβάνουν το YouTube, το Flickr, το Digg, το Metacafe κ.λπ. Σύμφωνα με τους Hampton και συν. (Hampton et al., 2011), χρήστες πολλών από τους δημοφιλείς ιστοτόπους κοινωνικής δικτύωσης είναι έφηβοι και άτομα ηλικίας κάτω των εικοσιπέντε. Ο αριθμός των ανδρών και των γυναικών χρηστών είναι περίπου ίσος.

Ιστορικά, οι ιστοτόποι κοινωνικής δικτύωσης εμφανίστηκαν μετά τους ιστοτόπους κοινωνικής δικτύωσης. Το Classmates.com(1995) και το SixDegrees.com(1997) ήταν οι πρώτοι ιστοτόποι κοινωνικής δικτύωσης . Ο επόμενος γύρος των ιστοτόπων κοινωνικής δικτύωσης περιελάμβανε το Facebook (2004), το Bebo (2004), το MySpace (2003) και το Friendster (2002). Κατά συνέπεια, το YouTube (2004) και το Flickr (2004) προέκυψαν ως υπηρεσίες κοινωνικής δικτύωσης (2005). Οι Hollenbeck και συν. (2012) παρουσιάζουν μια ιστορία των ιστοτόπων κοινωνικής δικτύωσης, ενώ ο Naone (2008) προσφέρει μια ιστορία των ιστοτόπων microblogging. Οι ιστοτόποι κοινωνικής δικτύωσης χρησιμοποιούν τα microblogs για να συνδεθούν και να ενημερώσουν τους "φίλους" τους.

1.2. Δίκτυα πληροφοριών

Μια μακρά σειρά ερευνών εξετάζει τη δομή πολύπλοκων δικτύων όπως ο Ιστός και το Διαδίκτυο. Μια εξέχουσα μελέτη της δομής των συνδέσμων του Ιστού δείχνει ότι ο Ιστός έχει σχήμα "παπιγιόν", το οποίο αποτελείται από ένα μόνο μεγάλο ισχυρά συνδεδεμένο στοιχείο και άλλες ομάδες κόμβων που είτε μπορούν να φτάσουν στο ισχυρά συνδεδεμένο στοιχείο είτε μπορούν να φτάσουν από το ισχυρά συνδεδεμένο στοιχείο. Οι Faloutsos και συν. (1999) δείχνουν ότι η κατανομή των βαθμών του Διαδικτύου ακολουθεί ένα νόμο δύναμης, και οι Siganos και συν. (Siganos et al., 2005) αποδεικνύουν ότι η υψηλού επιπέδου δομή του Διαδικτύου μοιάζει με "μέδουσα".

Ο Kleinberg (2000) αποδεικνύει ότι οι σελίδες υψηλού βαθμού στον Παγκόσμιο Ιστό μπορούν να αναγνωριστούν από τη λειτουργία τους είτε ως κόμβοι (που περιέχουν χρήσιμες αναφορές για ένα θέμα) είτε ως αυθεντίες (που περιέχουν σχετικές πληροφορίες για ένα θέμα). Ο Kleinberg παρουσιάζει επίσης έναν αλγόριθμο για την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με το ποιες σελίδες λειτουργούν ως κόμβοι και ποιες ως αυθεντίες. Ο γνωστός αλγόριθμος PageRank χρησιμοποιεί τη δομή του Παγκόσμιου Ιστού για να προσδιορίσει τις σελίδες που περιέχουν έγκυρες πληροφορίες (Clauset et al., 2009).

1.3. Διαδικτυακοί ιστότοποι κοινωνικής δικτύωσης

Πολυάριθμα διαδικτυακά κοινωνικά δίκτυα, όπως το Facebook, το LinkedIn και το Google+, έχουν εξελιχθεί σε γνωστά σημεία συνάντησης στο Διαδίκτυο από την έναρξη λειτουργίας του πρώτου αναγνωρισμένου δικτύου, του SixDegrees, το 1997. Η χρήση των διαδικτυακών κοινωνικών δικτύων έχει αυξηθεί σημαντικά, από 41% το 2008 σε πάνω από 65% το 2014. Τα διαδικτυακά κοινωνικά δίκτυα αναμένεται να επισκέπτονται οι χρήστες του Διαδικτύου τουλάχιστον μία φορά κάθε μήνα (Perrin, 2015). Το Διαδικτυακό Κοινωνικό Δίκτυο Facebook, για παράδειγμα, ξεπέρασε ήδη το Google ως ο πιο συχνά επισκεπτόμενος ιστότοπος της εβδομάδας στις ΗΠΑ τον Μάρτιο του 2010 και μετρούσε 845 εκατομμύρια ενεργούς χρήστες τον Δεκέμβριο του 2011. Αν και δημιουργήθηκαν κυρίως για προσωπική χρήση, όλο και περισσότερες εταιρείες θέλουν να αξιοποιήσουν τη δημοτικότητα των διαδικτυακών κοινωνικών δικτύων για να προβάλλουν τις μάρκες και τα προϊόντα τους. Προβλέπεται ότι, ως αποτέλεσμα, οι παγκόσμιες δαπάνες για τα διαδικτυακά κοινωνικά δίκτυα θα αυξηθούν από 5,2 δισ. δολάρια ΗΠΑ το 2011 σε 11,9 δισ. δολάρια ΗΠΑ το 2014. (Desai, 2021). Λόγω της τεράστιας αξίας των δεδομένων που περιέχουν και άλλων μεταβλητών, αρκετά διαδικτυακά κοινωνικά δίκτυα έχουν αποτιμηθεί σε δισεκατομμύρια δολάρια (Beer, 2008). Αυτό το τεχνικό και κοινωνιολογικό φαινόμενο έχει έτσι εξελιχθεί σε ένα κυρίαρχο παγκόσμιο μέσο ενημέρωσης με αυξανόμενη κοινωνική και οικονομική σημασία.

Πολυάριθμες μελέτες έχουν γίνει σχετικά με τη διάχυτη επιθυμία να είναι κανείς μέλος μιας κοινότητας, ιδίως στις κοινωνικές επιστήμες. Περίπου 400 χρόνια πριν από τον Χριστό, ο Αριστοτέλης περιέγραψε τον άνθρωπο ως *zoon politicon*, ένα

είδος με πρωταρχική τάση να εντοπίζει και να δημιουργεί ομάδες (Faraj et al., 2011). Επομένως, η ιδέα των κοινωνικών δικτύων στο σύνολό τους δεν είναι πολύ μοναδική. Όμως με την ανάπτυξη του Παγκόσμιου Ιστού (WWW) και της τεχνολογίας της πληροφορίας, τα κοινωνικά δίκτυα έφτασαν σε ένα νέο επίπεδο. Διάφορες κοινωνικές τεχνολογίες, όπως τα ιστολόγια, οι ιστότοποι με περιεχόμενο που δημιουργείται από τους χρήστες και άλλες διαδικτυακές κοινότητες έδωσαν τη δυνατότητα στους ανθρώπους να συμμετέχουν και να επικοινωνούν μεταξύ τους (Bernoff & Li, 2010). Μαζί με αυτές τις αλλαγές, οι προηγουμένως ανενεργοί καταναλωτές πληροφοριών έγιναν ενεργοί παράγοντες και άρχισαν να δημιουργούν το δικό τους διαδικτυακό περιεχόμενο (Gneiser et al., 2012). Ως αποτέλεσμα αυτού του μετασχηματισμού, συχνά γνωστού ως η έλευση του Web 2.0, τα κοινωνικά δίκτυα του Διαδικτύου ειδικότερα εξελίχθηκαν σε ένα νέο, ως επί το πλείστον δωρεάν μέσο μαζικής ενημέρωσης, όπου οι άνθρωποι εκτίθενται σε ένα τεράστιο κοινό (Fuchs, 2011).

2 Θεωρητικό υπόβαθρο

Το Κεφάλαιο 2 περιέχει τη θεωρία γύρω από τα σύνθετα δίκτυα και ένα πίνακα με τους βασικότερους όρους για τα επιγραμμικά κοινωνικά δίκτυα και τους ορισμούς τους. Παρακάτω αναφέρονται η χρήση, η δομή και οι λειτουργίες των διαδικτυακών κοινωνικών δικτύων.

2.1 Θεωρία σύνθετων δικτύων

Έχει γίνει πολλή θεωρητική εργασία σχετικά με τις ιδιότητες διαφόρων κατηγοριών σύνθετων γραφημάτων. Τα τυχαία δίκτυα έχουν μελετηθεί εκτενώς, αρχής γενομένης από την πρωτοποριακή εργασία των Erdos και Reyni (1960). Αυτοί οι γράφοι κατασκευάζονται συνήθως με την τυχαία προσθήκη συνδέσμων σε ένα στατικό σύνολο κόμβων. Οι ερευνητές έδειξαν ότι οι τυχαίοι γράφοι τείνουν να έχουν πολύ σύντομες διαδρομές μεταξύ δύο κόμβων. Πιο πρόσφατες εργασίες σχετικά με τους τυχαίους γράφους παρείχαν μηχανισμούς για την κατασκευή γράφων με καθορισμένες κατανομές βαθμών και χαρακτήρισαν το μέγεθος της μεγάλης συνδεδεμένης συνιστώσας (M. Newman et al., 2011).

Τα δίκτυα power-law είναι δίκτυα όπου η πιθανότητα ένας κόμβος να έχει βαθμό k είναι ανάλογη του $k^{-\gamma}$, για μεγάλο k και $\gamma > 1$. Η παράμετρος γ ονομάζεται συντελεστής power-law. Οι ερευνητές Phadke & Thorp (2009) έχουν δείξει ότι πολλά δίκτυα του πραγματικού κόσμου είναι δίκτυα power-law, συμπεριλαμβανομένων των τοπολογιών του Διαδικτύου, του Παγκόσμιου Ιστού, των κοινωνικών δικτύων, των νευρωνικών δικτύων και των δικτύων ηλεκτρικής ενέργειας.

Τα δίκτυα χωρίς κλίμακα είναι μια κατηγορία δικτύων power-law όπου οι κόμβοι υψηλού βαθμού τείνουν να συνδέονται με άλλους κόμβους υψηλού βαθμού. Οι γράφοι χωρίς κλίμακα συζητούνται λεπτομερώς από τους Li και συν. (2005) και προτείνουν μια μετρική για τη μέτρηση της κλίμακας των γράφων. Αναμενόμενα, τα κοινωνικά δίκτυα που μελετάμε εμφανίζουν κατανομές power-law- σύμφωνα με το μέτρο του Li, τα δίκτυα αυτά εμφανίζουν επίσης ιδιότητες χωρίς κλίμακα. Τα δίκτυα μικρής κλίμακας έχουν μικρή διάμετρο και παρουσιάζουν υψηλή ομαδοποίηση. Μελέτες έχουν δείξει ότι ο Παγκόσμιος Ιστός, η επιστημονική συνεργασία σε

ερευνητικές εργασίες, οι κινηματογραφικοί ηθοποιοί και γενικά τα κοινωνικά δίκτυα έχουν ιδιότητες μικρού κόσμου. Ο Kleinberg προτείνει ένα μοντέλο για να εξηγήσει το φαινόμενο των μικρών κόσμων στα κοινωνικά δίκτυα εκτός σύνδεσης και εξετάζει επίσης την ικανότητα πλοήγησης σε αυτά τα δίκτυα (Kleinberg, 2000).

2.2 Ορισμός

Οι Richter και συν. (Richter et al., 2011) αναφέρουν ότι ένα διαδικτυακό κοινωνικό δίκτυο είναι ένας ιδιαίτερος τύπος εικονικής κοινότητας και κοινωνικού λογισμικού. Ωστόσο, σε αντίθεση με άλλα σχετικά νέα φαινόμενα που σχετίζονται με τον Παγκόσμιο Ιστό 2.0, δεν υπάρχει ούτε μια ευρέως χρησιμοποιούμενη φράση ούτε ένας καθιερωμένος ορισμός για τα διαδικτυακά κοινωνικά δίκτυα. Αντιθέτως, υπάρχουν πολλά συνώνυμα, όπως υπηρεσία κοινωνικής δικτύωσης, ιστότοπος κοινωνικής δικτύωσης και ιστότοπος κοινωνικής δικτύωσης. Στον πίνακα 1 παρατίθενται ορισμένοι επιλεγμένοι όροι μαζί με τους ορισμούς τους. Αυτοί οι πολυάριθμοι όροι για τα επιγραμμικά κοινωνικά δίκτυα χρησιμοποιούνται συνήθως εναλλακτικά, ακόμη και αν έχουν διαφορετικούς ορισμούς για το συγκεκριμένο θέμα. Δεδομένου ότι η δικτύωση δίνει έμφαση στην έναρξη σχέσεων, συνήθως μεταξύ αγνώστων, οι Boyd και Ellison (2010) προσθέτουν ότι συνειδητά απέφυγαν να χρησιμοποιήσουν τη λέξη "ιστότοπος κοινωνικής δικτύωσης". Ενώ η δικτύωση είναι δυνατή σε αυτούς τους ιστότοπους, δεν αποτελεί την πρωταρχική πρακτική σε πολλούς από αυτούς. Παραδείγματα για τέτοιους ιστότοπους προσανατολισμένους στο περιεχόμενο είναι το YouTube, το Twitter ή το Flickr. Ο Beer (2008) ασκεί κριτική στον ορισμό των ιστοσελίδων κοινωνικής δικτύωσης που παρέχεται από τους Boyd και Ellison (2010) ως πολύ ευρύς.

Πίνακας 1 Πίνακας όρων και ορισμών

Όρος	Συγγραφέας	Ορισμός
Διαδικτυακό κοινωνικό δίκτυο	(Schneider et al., 2009)	Τα διαδικτυακά κοινωνικά δίκτυα συγκεντρώνουν ανθρώπους που μοιράζονται κοινές συνδέσεις,

		<p>ενδιαφέροντα, χόμπι ή/και υπόβαθρο. Τα περισσότερα διαδικτυακά κοινωνικά δίκτυα είναι διαδικτυακά, επιτρέποντας στους χρήστες να δημοσιεύουν προφίλ (κείμενο, φωτογραφίες και βίντεο) και να συνδέονται με άλλους με διάφορους τρόπους. Οι υπηρεσίες κοινωνικής δικτύωσης συγκεντρώνουν πληροφορίες σχετικά με τις διαπροσωπικές σχέσεις των χρηστών, δημιουργούν ένα μεγάλο, διασυνδεδεμένο κοινωνικό δίκτυο και εμφανίζουν στους χρήστες τον τρόπο με τον οποίο εμπλέκονται με άλλους χρήστες στο δίκτυο. Οι διαδικτυακές υπηρεσίες που επιτρέπουν στους χρήστες να δημιουργούν ένα δημόσιο ή ημι-δημόσιο προφίλ μέσα σε ένα περιορισμένο σύστημα, να καταρτίζουν έναν κατάλογο άλλων χρηστών με τους οποίους έχουν σύνδεση, και να βλέπουν και να περιηγούνται στον κατάλογο των συνδέσεών τους καθώς και στις συνδέσεις των άλλων μέσα στο σύστημα, αναφέρονται ως ιστότοποι κοινωνικής δικτύωσης.</p>
<p>Υπηρεσίες κοινωνικής δικτύωσης</p>	<p>(Adamic & Adar, 2005)</p>	<p>Οι υπηρεσίες κοινωνικής δικτύωσης συγκεντρώνουν πληροφορίες για τις κοινωνικές επαφές των χρηστών, κατασκευάζουν ένα μεγάλο διασυνδεδεμένο κοινωνικό δίκτυο και αποκαλύπτει στους χρήστες πώς συνδέονται με άλλους στο δίκτυο. Η αρχή αυτών των επιχειρήσεων</p>

		<p>είναι ότι τα άτομα μπορεί να είναι μόνο μερικά βήματα μακριά από έναν επιθυμητό επιχειρηματικό ή κοινωνικό εταίρο, αλλά δεν το συνειδητοποιούν. Οι υπηρεσίες επιτρέπουν τους χρήστες τους για να γνωρίσουν τους φίλους φίλων κάποιου και ως εκ τούτου να επεκτείνουν τον δικό τους κοινωνικό κύκλο.</p>
<p>Ιστοσελίδες κοινωνικών δικτύων</p>	<p>(Boyd & Ellison, 2010)</p>	<p>Ενώ χρησιμοποιούμε τον όρο «ιστότοπος κοινωνικού δικτύου» για να περιγράψουμε αυτό το φαινόμενο, ο όρος «ιστοσελίδες κοινωνικής δικτύωσης» εμφανίζεται επίσης στον δημόσιο διάλογο. Και οι δύο όροι συχνά χρησιμοποιούνται εναλλακτικά. Επιλέξαμε να μην χρησιμοποιήσουμε τον όρο «δικτύωση» για δύο λόγους: έμφαση και εύρος. Η «δικτύωση» δίνει έμφαση στην έναρξη της σχέσης, συχνά μεταξύ αγνώστων. Αν και η δικτύωση είναι δυνατή σε αυτούς τους ιστότοπους, δεν είναι η κύρια δυνατότητα σε πολλά από αυτά, ούτε είναι αυτό που τα διαφοροποιεί από άλλες μορφές επικοινωνίας μέσω υπολογιστή (CMC).</p> <p>Αυτό που κάνει τους ιστότοπους κοινωνικών δικτύων μοναδικούς, δεν είναι ότι επιτρέπουν να συναντιούνται ξένοι, αλλά δίνουν τη δυνατότητα στους χρήστες να διατυπώνουν και να κάνουν ορατά τα κοινωνικά τους στοιχεία. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε συνδέσεις μεταξύ ατόμων που διαφορετικά δεν θα γίνονταν,</p>

		<p>αλλά συχνά δεν είναι αυτός ο στόχος και αυτές οι συναντήσεις γίνονται συχνά ανάμεσα στους «λανθάνοντες δεσμούς» που μοιράζονται κάποια σύνδεση εκτός σύνδεσης.</p> <p>Σε πολλά από τα μεγάλα SNS, οι συμμετέχοντες δεν είναι απαραίτητα «δικτυακοί» ή αναζητούν για να συναντήσουν καινούριους ανθρώπους, αντίθετα, επικοινωνούν κυρίως με άτομα που είναι</p> <p>είναι ήδη μέρος του εκτεταμένου κοινωνικού τους δικτύου. Για να τονίσουμε αυτό το αρθρωμένο κοινωνικό</p> <p>δίκτυο ως κρίσιμο χαρακτηριστικό οργάνωσης αυτών των ιστότοπων, τους χαρακτηρίζουμε «ιστοσελίδες κοινωνικών δικτύων».</p>
--	--	---

2.3 Λειτουργίες

Ενώ η κουλτούρα που αναπτύσσεται γύρω από τα διάφορα Διαδικτυακά Κοινωνικά Δίκτυα ποικίλλει, η διατήρηση των ατομικών επαφών και τα περισσότερα από τα βασικά τεχνολογικά χαρακτηριστικά είναι αρκετά σταθερά (Boyd & Ellison, 2010). Ένα διαδικτυακό κοινωνικό δίκτυο χτίζεται στη βάση προσαρμοσμένων προφίλ χρηστών. Αυτά τα προφίλ συχνά περιέχουν στοιχεία αναγνώρισης (όπως όνομα και φωτογραφία), χόμπι (όπως εγγεγραμμένες ομάδες ενδιαφερόντων) και ιδιωτικές συνδέσεις (όπως ένας κατάλογος συνδεδεμένων ατόμων ή "φίλων"). Οι χρήστες γνωρίζουν νέα άτομα αναζητώντας γνωστούς ή φίλους σε διαδικτυακά κοινωνικά δίκτυα, τόσο εντός όσο και εκτός διαδικτύου, και ζητώντας να συμπεριληφθούν ως

φίλοι. Έχουν διεξαχθεί πολυάριθμες μελέτες σχετικά με την ειλικρίνεια των πληροφοριών που παρέχουν οι χρήστες στο πλαίσιο της κατηγορίας της αυτοαποκάλυψης. Πολυάριθμες μελέτες έχουν δείξει ότι οι χρήστες των επιγραμμικών κοινωνικών δικτύων μοιράζονται συστηματικά προσωπικές πληροφορίες. Κατά συνέπεια, τα διαδικτυακά κοινωνικά δίκτυα χρησιμεύουν ως βάση για "τη διατήρηση κοινωνικών επαφών, την αναγνώριση άλλων με παρόμοια ενδιαφέροντα και τον εντοπισμό περιεχομένου και τεχνογνωσίας που συνεισφέρουν ή υποστηρίζουν άλλοι χρήστες" (Yang & Leskovec, 2015).

Για την ενθάρρυνση της αλληλεπίδρασης των χρηστών, τα διαδικτυακά κοινωνικά δίκτυα περιλαμβάνουν συχνά κοινά χαρακτηριστικά ανταλλαγής μηνυμάτων, όπως η συνομιλία ή τα ιδιωτικά μηνύματα. Εκτός αυτού, τα περισσότερα προφίλ χρηστών στα Διαδικτυακά Κοινωνικά Δίκτυα ενσωματώνουν ένα είδος πίνακα μηνυμάτων (που συχνά ονομάζεται "τοίχος"). Κατά τη δημιουργία ενός μηνύματος στο δικό του ή στον πίνακα μηνυμάτων ενός άλλου χρήστη, μπορεί κανείς να επιλέξει μεταξύ ενός ευρέος φάσματος τύπων μέσων (π.χ. κατάσταση, σύνδεσμος, φωτογραφία ή εφαρμογή) προκειμένου να διαδώσει τις πληροφορίες με τον πλέον κατάλληλο τρόπο (Yu et al., 2011). Επιπλέον, οι χρήστες μπορούν να σχολιάζουν τέτοια μηνύματα. Τα σχόλια παρατίθενται συνήθως ακριβώς κάτω από το αντίστοιχο μήνυμα με αντίστροφη χρονολογική σειρά. Στο πλαίσιο του Facebook, για παράδειγμα, οι χρήστες μπορούν επίσης να υποστηρίξουν τέτοια wallposts κάνοντας like σε αυτά και προωθώντας τα έτσι σε πραγματικό χρόνο στις ροές ειδήσεων των φίλων τους (Wilson et al., 2012). Αξιοποιώντας την τεχνολογία που τους επιτρέπει να "μοιράζονται" γρήγορα το περιεχόμενο με τους συνομηλίκους τους, οι χρήστες μπορούν να προωθήσουν ενεργά και viral τα wallposts. Το Facebook αναφέρει ότι το 70 τοις εκατό των wall likes πραγματοποιούνται εντός τεσσάρων ωρών και το 95 τοις εκατό εντός είκοσι δύο ωρών (Miller, 2011). Αυτοί οι αριθμοί καταδεικνύουν τη χρησιμότητα των διαδικτυακών κοινωνικών δικτύων ως εργαλείων για την ταχεία και αποτελεσματική μεταφορά πληροφοριών και αυτοπαρουσίασης.

2.4 Χρήση

Ο στόχος της αξιοποίησης των διαδικτυακών κοινωνικών δικτύων είναι ένα θέμα που έχει διερευνηθεί διεξοδικά στην πρόσφατη έρευνα. Παρά το γεγονός ότι ο κύριος όγκος

των μελετών επικεντρώνεται στα πιο δημοφιλή και γνωστά Διαδικτυακά Κοινωνικά Δίκτυα, όπως το Facebook, είναι δύσκολο να γενικευτούν τα ευρήματα αυτά σε άλλα δυνητικά διαθέσιμα είδη Διαδικτυακών Κοινωνικών Δικτύων λόγω των διαφορετικών εστιών τους (Sheldon, 2012). Ωστόσο, προηγούμενες έρευνες δείχνουν ότι η "διαχείριση της ταυτότητας", ή η δημιουργία και η διατήρηση ενός προσωπικού προφίλ για την παρουσίαση του εαυτού μας στους άλλους χρήστες, αποτελεί πρωταρχικό κίνητρο για την ένταξη σε διαδικτυακά κοινωνικά δίκτυα. Ο Larsen (2008) διαπίστωσε ότι ιδιαίτερα η "αυτοκατασκευή", δηλαδή οι χρήστες που παρέχουν πληροφορίες στο δικό τους προφίλ και η "συν-κατασκευή", δηλαδή οι άλλοι που προσθέτουν πληροφορίες για τους χρήστες (π.χ. στον πίνακα μηνυμάτων τους) παίζουν σημαντικό ρόλο. Με τον τρόπο αυτό, ορισμένοι χρήστες προσπαθούν να δημιουργήσουν έναν ιδανικό εαυτό που περιγράφει περισσότερο το πώς το άτομο θέλει να γίνεται αντιληπτό (Belk, 2013). Σύμφωνα με τους Krasnova και συν. (2008), ένας από τους κύριους λόγους για τους οποίους οι άνθρωποι χρησιμοποιούν τα διαδικτυακά κοινωνικά δίκτυα είναι η ικανοποίηση των επιθυμιών τους για ένταξη και εκτίμηση μέσω της αυτοπαρουσίασης.

Επιπλέον, προηγούμενες έρευνες έχουν δείξει ότι ένας μεγάλος κατάλογος επαφών μπορεί να τονώσει τη χρήση των διαδικτυακών κοινωνικών δικτύων (Donath & boyd, 2004). Σύμφωνα με τους Brocke και συν. (2009), η "διαχείριση επαφών", η οποία αναφέρεται στη διατήρηση των ανθρώπινων δεσμών σε αυτά τα δίκτυα, είναι ένα άλλο κρίσιμο στοιχείο για την υιοθέτηση των διαδικτυακών κοινωνικών δικτύων. Με τον τρόπο αυτό, διακρίνουν μεταξύ των "κινήτρων ενδιαφέροντος" (ενδιαφέρον για ένα συγκεκριμένο είδος επαφής) και των "κοινωνικών κινήτρων" (διατήρηση και επιδίωξη προσωπικών δεσμών). Η βιβλιογραφία υποδηλώνει ότι η αξιοποίηση των διαδικτυακών κοινωνικών δικτύων σε αυτή την περίπτωση είναι ζωτικής σημασίας για τον έλεγχο και τη διατήρηση των παρόντων σχέσεων (Raacke & Bonds-Raacke, 2008). Αυτό υποστηρίζεται από μια προηγούμενη έρευνα των Lampe και συν. (2007) που διαχώρισε τους στόχους των χρηστών για "κοινωνική αναζήτηση", που είναι να μάθουν περισσότερα για τις συνδέσεις εκτός σύνδεσης, και "κοινωνική περιήγηση", που είναι να εντοπίσουν νέες επαφές στο διαδίκτυο. Τα αποτελέσματα της μελέτης, τα οποία βασίζονται σε έρευνα σε 1.440 πρωτοετείς φοιτητές, δείχνουν ότι η κοινωνική αναζήτηση είναι το βασικό κίνητρο για τη χρήση των ιστότοπων κοινωνικής δικτύωσης, όπως το Facebook. Συνοπτικά, η βασική ιδέα των διαδικτυακών

κοινωνικών δικτύων είναι ότι τα άτομα μπορούν να λειτουργούν αυτόνομα πριν κατασκευάσουν τη δική τους εικονική ταυτότητα μέσω της δημιουργίας προφίλ χρήστη. Η δημιουργία και η χρήση νέων και υφιστάμενων σχέσεων με άλλους χρήστες είναι σήμερα ο κύριος σκοπός της χρήσης των κοινωνικών δικτύων στο διαδίκτυο. Ως αποτέλεσμα, οι άνθρωποι μπορούν να συνδεθούν με εκατοντάδες φίλους, γνωστούς, συναδέλφους και άλλα άτομα που μοιράζονται τα ενδιαφέροντά τους.

2.5 Δομικά χαρακτηριστικά

Οι χρήστες και τα δομικά χαρακτηριστικά του δικτύου, ή οι συνδέσεις μεταξύ των μελών, είναι τα δύο θεμελιώδη μέρη των επιγραμμικών κοινωνικών δικτύων. Γενικά, οι δομικές πτυχές έχουν μελετηθεί εκτενώς, για παράδειγμα για την κατανόηση και την εξήγηση της ανθρώπινης συμπεριφοράς σε διάφορα κοινωνικά δίκτυα. Σε σύγκριση με τα παραδοσιακά κοινωνικά δίκτυα, τα οποία συχνά περιλαμβάνουν μικρό αριθμό μελών που είναι αρκετά όμοια, τα διαδικτυακά κοινωνικά δίκτυα και οι δομές τους είναι σημαντικά πιο ποικίλα και πολύπλοκα (Krasnova et al., 2010).

Ενδεικτικά, ο τυπικός χρήστης του Facebook έχει 130 "φίλους", σε αντίθεση με τις 10-20 στενές συνδέσεις που υπήρχαν σε παλαιότερα κοινωνικά δίκτυα (Parks, 2017). Μια νέα ροή μελέτης έχει δημιουργηθεί ως αποτέλεσμα της προηγούμενης αδιανόητης διαθεσιμότητας και του όγκου των δεδομένων των κοινωνικών δικτύων και των νέων δυνατοτήτων συλλογής δεδομένων με τη χρήση τεχνολογικών προσεγγίσεων (Bonchi et al., 2011).

Οι υπολογιστικές κοινωνικές επιστήμες συχνά χαρακτηρίζουν τη δομή που παράγεται από τις συνδέσεις των χρηστών στα διαδικτυακά κοινωνικά δίκτυα ως μια συλλογή κόμβων (χρήστες) και ένα σύνολο κατευθυνόμενων ή μη κατευθυνόμενων ακμών (δεσμοί) που συνδέουν ζεύγη κόμβων. Ένας γράφος των κόμβων και των ακμών αυτού του δικτύου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την απεικόνισή του, συνοψίζοντας την αρχιτεκτονική του δικτύου (Armstrong et al., 2013). Το γράφημα των διαδικτυακών κοινωνικών δικτύων δημιουργείται συχνά με βάση τους δυαδικούς και γενικά στατικούς κοινωνικούς δεσμούς μεταξύ των χρηστών, δηλαδή τις σχέσεις φιλίας, ανεξάρτητα από τις πραγματικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ατόμων αυτών. Το σχήμα αυτό αναφέρεται μερικές φορές ως κοινωνικό δίκτυο (Benevenuto et al.,

2009). Οι λεγόμενοι κόμβοι, ή άτομα με υπερβολικό αριθμό κοινωνικών συνδέσεων με άλλους χρήστες, επισημαίνονται στην αναπαράστασή του. Οι χρήστες σε αυτή τη θέση κόμβου έχουν διάφορες επιλογές για αλληλεπίδραση και επικοινωνία μέσα στα δίκτυα. Ακόμη πιο σημαντική από τις κοινωνικές τους συνδέσεις, είναι η πραγματική δραστηριότητα επικοινωνίας των χρηστών -δηλαδή η ανταλλαγή πληροφοριών- μέσω μηνυμάτων ή αναρτήσεων στον τοίχο. Σύμφωνα με μια προηγούμενη έρευνα, η επικοινωνία των χρηστών είναι ζωτικής σημασίας, διότι χωρίς αυτήν, "ανεξάρτητα από το ποιοι πόροι είναι διαθέσιμοι στο εσωτερικό μιας δομής, οι πόροι αυτοί θα παρέμεναν ανενεργοί και δεν θα παρέχονταν οφέλη στα άτομα" (Kane et al., 2014). Η αλληλεπίδραση των χρηστών είναι αυτό που προσδίδει στα δίκτυα αυτά την αξία τους, σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες στον τομέα των διαδικτυακών κοινωνικών δικτύων (Baethge et al., 2016). Ως εκ τούτου, η σύγχρονη μελέτη εστιάζει στο δίκτυο με βάση τους χρήστες που πραγματικά συνομιλούν, αντί να συνδέει απλώς τους χρήστες μέσω κοινωνικών δεσμών. Αυτό το δίκτυο αναφέρεται συχνά ως "δίκτυο δραστηριότητας" (Lü et al., 2016). Παρόλο που οι προηγούμενες εργασίες σχετικά με τα δίκτυα δραστηριότητας επικεντρώνονταν συνήθως σε δίκτυα άμεσων μηνυμάτων ή τηλεφωνικά δίκτυα, υπάρχει ένας αριθμός πρώιμων μελετών στο περιβάλλον των διαδικτυακών κοινωνικών δικτύων (Kwak et al., 2010). Ο γράφος που προκύπτει από ένα τέτοιο δίκτυο δραστηριοτήτων, σύμφωνα με τους Boccaletti και συν. (Boccaletti et al., 2014), ονομάζεται γράφος δραστηριοτήτων, όπου οι κόμβοι αντιπροσωπεύουν τους χρήστες και οι κατευθυνόμενες ή μη κατευθυνόμενες ακμές (συνδέσεις δραστηριοτήτων) αντιπροσωπεύουν την επικοινωνία μεταξύ χρηστών.

Οι σύνδεσμοι μεταξύ των κόμβων στο γράφημα κεντρικής δραστηριότητας ενός διαδικτυακού κοινωνικού δικτύου είναι ίδιοι είτε τα εμπλεκόμενα άτομα συνδέονται ισχυρά είτε ασθενώς (δηλαδή επικοινωνούν συχνά ή σπάνια, αντίστοιχα) (δηλαδή αλληλεπιδρούν σπάνια). Ωστόσο, η έρευνα τονίζει ότι οι σχέσεις των χρηστών μπορεί να είναι τόσο ισχυρές όσο και εύθραυστες (R. Xiang et al., 2010). Οι ισχυρές σχέσεις μεταξύ των χρηστών, γνωστές και ως συνδέσεις μεταξύ των χρηστών, είναι συνήθως πιο πιθανό να χρησιμοποιούνται για τη ροή πληροφοριών και να έχουν μεγαλύτερη επιρροή (Oliver, 2014). Από την άλλη πλευρά, οι αδύναμοι δεσμοί επιτρέπουν στα άτομα να αποκτούν πληροφορίες και πόρους πέρα από τον δικό τους κοινωνικό κύκλο και να συνδέουν κλίκες με ισχυρές σχέσεις. Οι Wen κ.ά. (2009) υποστηρίζουν, στο πλαίσιο των διαδικτυακών κοινωνικών δικτύων, ότι η ισχύς των

συνδέσμων "υποδεικνύει μια ακαταμάχητη πτυχή για τη διαφήμιση". Ορισμένες μελέτες έχουν χρησιμοποιήσει την επικοινωνιακή δραστηριότητα κάθε συνδέσμου για τη διάκριση μεταξύ ισχυρών και αδύναμων συνδέσεων (Erkan & Evans, 2016). Ως εκ τούτου, είναι δυνατή η κατασκευή ενός σταθμισμένου γραφήματος δραστηριότητας που λαμβάνει υπόψη την ισχύ των συνδέσεων δραστηριότητας (Heidemann et al., 2010).

Χρησιμοποιώντας την ανάλυση κοινωνικών δικτύων και ένα ή περισσότερα στιγμιότυπα του κοινωνικού γράφου, του γράφου δραστηριοτήτων ή του σταθμισμένου γράφου δραστηριοτήτων, τα διαδικτυακά κοινωνικά δίκτυα μπορούν να εξεταστούν διεξοδικά (Bonchi et al., 2011). Ως αποτέλεσμα, αρκετές έρευνες έχουν καταδείξει ομοιότητες μεταξύ των κοινωνικών δικτύων εκτός σύνδεσης και των επιγραμμικών κοινωνικών δικτύων. Στα διαδικτυακά κοινωνικά δίκτυα κοινωνικών δικτύων, στους κοινωνικούς γράφους και στους γράφους δραστηριοτήτων, για παράδειγμα, χρησιμοποιούνται συχνά κατανομές βαθμού power-law (Heidemann et al., 2012). Με άλλα λόγια, ενώ η πλειονότητα των χρηστών των επιγραμμικών κοινωνικών δικτύων έχει λίγες συνδέσεις, ορισμένοι κόμβοι επιτρέπουν σε χρήστες που διαφορετικά θα ήταν γεωγραφικά απομακρυσμένοι να συνδεθούν άμεσα. Μπορεί να υπάρχουν κενά μεταξύ των χρηστών σε τεράστια διαδικτυακά κοινωνικά δίκτυα ή μπορεί να μην είναι όλοι οι χρήστες άμεσα συνδεδεμένοι, ωστόσο τα καλά συνδεδεμένα άτομα μπορούν να συνδέσουν υποδίκτυα. Η ιδέα των έξι βαθμών διαχωρισμού, η οποία δηλώνει ότι όλοι στο παγκόσμιο κοινωνικό δίκτυο απέχουν μόνο μερικά βήματα μεταξύ τους, υποστηρίζεται από μια σειρά πειραμάτων που συνδέουν απομακρυσμένα άτομα-στόχους μέσω κοινωνικών δικτύων και από τρέχουσες μελέτες. Το λεγόμενο φαινόμενο του "μικρού κόσμου" είναι ένα δεύτερο χαρακτηριστικό των σύγχρονων δικτύων, όπως τα διαδικτυακά κοινωνικά δίκτυα (Moore & Westley, 2011). Κατά συνέπεια, οι χρήστες των διαδικτυακών κοινωνικών δικτύων μπορούν να αποκτήσουν πόρους από άλλα μέλη του δικτύου αξιοποιώντας συνδέσεις από διαφορετικούς κοινωνικούς και φυσικούς χώρους (Haythornthwaite, 2005).

Σύμφωνα με προηγούμενη μελέτη, "οι άνθρωποι έχουν περισσότερες πιθανότητες να γίνουν ενεργοί χρήστες εάν εισέλθουν σε ένα πυκνό δίκτυο", γεγονός που υπογραμμίζει τη σημασία του μεγέθους και της πυκνότητας του δικτύου από αυτή την άποψη (Howard, 2008). Επιπλέον, η όλη δομή του δικτύου, συμπεριλαμβανομένων των άμεσων και έμμεσων συνδέσεων του, είναι πολύ σημαντική. Σύμφωνα με την

έρευνα των Kiss και Bichler (2008), για παράδειγμα, μια σχέση με έναν χρήστη που έχει πολυάριθμες κοινωνικές σχέσεις έχει μεγαλύτερη αξία από μια σχέση με έναν χρήστη που έχει μόνο έναν ή κανέναν άλλο κοινωνικό δεσμό. Οι Benevenuto κ.ά. (2009) απέδειξαν ότι οι χρήστες εκτίθενται σε χρήστες "που απέχουν 2 ή περισσότερα άλματα" εκτός από τους χρήστες με τους οποίους συνδέονται άμεσα. Ένα ουσιαστικό στοιχείο που μπορεί να επηρεάσει, για παράδειγμα, την επιτυχία της διαφήμισης στα διαδικτυακά κοινωνικά δίκτυα είναι η συνδεσιμότητα ενός χρήστη στο δίκτυο (Wen et al., 2009). Πρόσθετες έρευνες επιβεβαιώνουν αυτό το γεγονός, δείχνοντας ότι τα συνδεδεμένα άτομα είναι ζωτικής σημασίας για τα διαδικτυακά κοινωνικά δίκτυα, καθώς μπορεί να είναι καθοριστικής σημασίας για την προώθηση επιχειρήσεων, αγαθών και πρωτοβουλιών ιογενούς μάρκετινγκ (Valck et al., 2009). Επιπλέον, οι χρήστες με πολλές συνδέσεις είναι πιο πιθανό να παραμείνουν, καθώς, για παράδειγμα, κάθε νέος άμεσος ή έμμεσος κοινωνικός σύνδεσμος αυξάνει το εμπόδιο του χρήστη να εγκαταλείψει το δίκτυο (Xu et al., 2009). Ως εκ τούτου, τόσο η θεωρία όσο και η πράξη ενδιαφέρονται αρκετά για την αξιολόγηση της διασυνδεσιμότητας των χρηστών στα διαδικτυακά κοινωνικά δίκτυα.

Υπάρχουν μέθοδοι για τη μέτρηση της διασύνδεσης των χρηστών σε πολλούς άλλους κλάδους εκτός της ανάλυσης κοινωνικών δικτύων, όπως η επιστήμη για την αξιολόγηση επιστημονικών άρθρων. Έχουν παρουσιαστεί διάφορες μέθοδοι για τον εντοπισμό εξέχοντα και έγκυρων κόμβων στο μοναδικό περιβάλλον των κοινωνικών δικτύων (Wasserman & Faust, 1994). Στο δοκίμιό του "Centrality in Social Networks" (Freeman, 1978), ο Freeman παραθέτει τις τρεις πιο συχνά χρησιμοποιούμενες μετρικές κεντρικότητας για τα κοινωνικά δίκτυα: την κεντρικότητα βαθμού, την κεντρικότητα εγγύτητας και την ενδιάμεση κεντρικότητα. Ο Bonacich προτείνει την ιδιοδιανυσματική κεντρικότητα ως τέταρτη ευρέως χρησιμοποιούμενη μετρική κεντρικότητας (Bonacich, 1972). Η κατάταξη των κόμβων σε διάφορα είδη δικτύων έχει κάνει ουσιαστική χρήση του υποκείμενου κύριου ιδιοδιανύσματος. Έχει χρησιμοποιηθεί, για παράδειγμα, για την κατάταξη διαδικτυακών ιστότοπων ή την αξιολόγηση της επίδρασης επιστημονικών περιοδικών. Καθώς οι σύνδεσμοι προς κόμβους που έχουν επίσης επιρροή θεωρείται ότι προσφέρουν σε έναν κόμβο μεγαλύτερη επιρροή από ό,τι οι σύνδεσμοι προς κόμβους με μικρότερη επιρροή, οι τεχνικές αυτές αναγνωρίζουν ανοιχτά ότι δεν είναι όλοι οι σύνδεσμοι ίσοι (M. E. J. Newman, 2003). Ως αποτέλεσμα, τεχνικές όπως το PageRank έχουν χρησιμοποιηθεί

για τον εντοπισμό μελών σε διαδικτυακά κοινωνικά δίκτυα με συγκεκριμένο επίπεδο επιρροής (Heidemann et al., 2010). Εν κατακλείδι, τα δομικά στοιχεία των επιγραμμικών κοινωνικών δικτύων -όπως οι συνδέσεις δραστηριοτήτων των χρηστών και οι κοινωνικές συνδέσεις- αποτελούν τον πυρήνα τους. Η ικανότητά τους να παρέχουν "ουσιαστική αξία για τα άτομα που συμμετέχουν σε αυτά, τους οργανισμούς που τα υποστηρίζουν και την ευρύτερη κοινωνία με διάφορους τρόπους" καθίσταται δυνατή χάρη στην ορατότητα και τη δυνατότητα αναζήτησης στα κοινωνικά δίκτυα των χρηστών, καθώς και στην ιογενή μετάδοση πληροφοριών (Agarwal et al., 2008).

3 Η άνοδος της δημοτικότητας

Στο Κεφάλαιο 3 γίνεται μια ιστορική αναδρομή της ανάπτυξης των διαδικτυακών κοινωνικών δικτύων και η ταξινόμησή τους.

3.1 Η αρχή των διαδικτυακών κοινωνικών δικτύων

Νέα Υόρκη 1997: SixDegrees που πήρε το όνομά του από την έννοια των έξι βαθμών διαχωρισμού. Μόλις 1 χρόνο αργότερα, το SixDegrees είχε ήδη προσελκύσει 1 εκατομμύριο εγγεγραμμένους χρήστες (McIntyre, 2014). Ωστόσο, το Διαδικτυακό Κοινωνικό Δίκτυο δεν κατάφερε να δημιουργήσει ένα βιώσιμο επιχειρηματικό μοντέλο (Jacob & Teuteberg, 2020). Οι κύριοι λόγοι που συνέβαλαν στην αποτυχία του Online Social Network το 2000 ήταν η ανεπαρκώς ανεπτυγμένη τεχνολογία του διαδικτύου καθώς και το γεγονός ότι η διαφημιστική βιομηχανία δεν ήταν αρκετά ώριμη (Oh & Syn, 2015). Σύμφωνα με τον ιδρυτή της SixDegrees "ήταν απλά μπροστά από την εποχή του" (boyd & Ellison, 2007). Παρά την πτώση της, η SixDegrees σηματοδότησε την αρχή μιας νέας εποχής. Τα επόμενα χρόνια μερικά ακόμη διαδικτυακά κοινωνικά δίκτυα όπως για παράδειγμα το AsianAvenue, το Black-Planet, το MiGente ή το LiveJournal άρχισαν να υποστηρίζουν συνδυασμούς διαφόρων τεχνικών λειτουργιών, όπως για παράδειγμα τη δημιουργία προφίλ, λίστες φίλων ή βιβλία επισκεπτών. Ενώ αυτά τα πρώιμα δίκτυα επικεντρώνονταν κυρίως στην ιδιωτική δικτύωση, το 2001 ιδρύθηκε από τον Adrian Scott στο Σαν Φρανσίσκο το Ryze, το πρώτο επαγγελματικό δίκτυο που σχεδιάστηκε για να συνδέει επαγγελματίες επιχειρήσεων. Πράγματι, το Ryze λειτούργησε ως πρότυπο για τα μεταγενέστερα επιχειρηματικά δίκτυα (π.χ. LinkedIn). Ωστόσο, το Ryze δεν γνώρισε ποτέ μεγάλη δημοτικότητα (Sena & Sena, 2008). Το 2002, το γνωστό διαδικτυακό κοινωνικό δίκτυο Friendster ξεκίνησε τη λειτουργία του ως ανταγωνιστής της πλατφόρμας διαδικτυακών γνωριμιών Match (Howard, 2008). Το Friendster δημιουργήθηκε για τη δημιουργία φιλικών σχέσεων μεταξύ φίλων, με βάση την υπόθεση ότι οι φίλοι-φίλοι είναι πιο πιθανό να δημιουργήσουν ρομαντικές σχέσεις από ό,τι οι άγνωστοι (Liu & Ying, 2010). Ως εκ τούτου, το Friendster, σύμφωνα με τους Garcia και συν. (Garcia et al., 2013), περιόρισε

την πρόσβαση σε άλλους χρήστες σε απόσταση τεσσάρων μοιρών. Μέχρι τις αρχές του 2004, το Friendster ήταν το μεγαλύτερο διαδικτυακό κοινωνικό δίκτυο. Ωστόσο, τα επόμενα χρόνια έχασε πολλούς από τους πρώτους χρήστες του λόγω τεχνικών προβλημάτων (π.χ. ο ιστότοπος δεν ήταν σε θέση να διαχειριστεί τη ραγδαία ανάπτυξη) και κοινωνικών προβλημάτων (π.χ. οι χρήστες βρέθηκαν να επικοινωνούν με τα αφεντικά και τους συμμαθητές τους) (Garcia et al., 2013). Παρόλο που πολλά από αυτά τα πρώτα δίκτυα απέτυχαν, σηματοδότησαν μια νέα εποχή και δημιούργησαν τα θεμέλια για τα μελλοντικά διαδικτυακά κοινωνικά δίκτυα.

3.2 Η άνοδος της δημοτικότητας

Ένα νέο κύμα κοινωνικής δικτύωσης ξεκίνησε με την άνοδο του MySpace στην Καλιφόρνια το 2003. Στην αρχή, το MySpace επικεντρώθηκε κυρίως στην προσέλκυση απογοητευμένων χρηστών του Friendster. Έτσι, το MySpace μπόρεσε να αναπτυχθεί γρήγορα. Σύμφωνα με τον Jonathan Abrams, τον ιδρυτή του Friendster, "ο πραγματικός λόγος που το Friendster εκτοπίστηκε από το MySpace στις ΗΠΑ ήταν ότι ο ιστότοπος του MySpace απλώς λειτουργούσε, ενώ του Friendster όχι" (Probst, 2015). Αν και το MySpace δεν ξεκίνησε με γνώμονα τα συγκροτήματα, μία από τις πρώτες ομάδες χρηστών ήταν οι μουσικοί που εκτίμησαν αυτή τη νέα δυνατότητα να παρουσιάζονται στους θαυμαστές τους (boyd & Ellison, 2007). Η συμβιωτική σχέση συγκροτήματος και θαυμαστή βοήθησε το MySpace να προσελκύσει ιδιαίτερα νεότερους χρήστες πέρα από το δίκτυο Friendster. Από το 2003 και μετά, πολλά νέα διαδικτυακά κοινωνικά δίκτυα ξεκίνησαν προσπαθώντας να αναπαράγουν την αρχική επιτυχία του Friendster. Ο αναλυτής κοινωνικού λογισμικού Clay Shirky (Shirky, 2011) περιέγραψε αυτή την εξέλιξη με τον όρο YASNS: "Yet Another Social Networking Service". Σε αυτό το πλαίσιο, πολλά νέα Διαδικτυακά Κοινωνικά Δίκτυα ξεκίνησαν να εστιάζουν σε εξειδικευμένες δημογραφικές ομάδες ή ειδικά ενδιαφέροντα, επιδιώκοντας ρητά στενότερα κοινά. Επαγγελματικοί ιστότοποι όπως το XING και το LinkedIn ιδρύθηκαν προκειμένου να αποκτήσουν πρόσβαση σε μια νέα ομάδα χρηστών, δηλαδή σε επιχειρηματίες. Αντίθετα, οι ελίτ ιστότοποι όπως το aSmallWorld, οι ιστότοποι με επίκεντρο τη δραστηριότητα όπως το Couchsurfing ή οι ιστότοποι με επίκεντρο τη θρησκεία όπως το MyChurch προσπάθησαν να αποκτήσουν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα περιορίζοντας τις ομάδες-στόχους τους (Probst, 2015). Επίσης, ένα από

τα πιο δημοφιλή διαδικτυακά κοινωνικά δίκτυα μέχρι σήμερα ξεκίνησε να υποστηρίζει εξειδικευμένες δημογραφικές ομάδες προτού επεκταθεί σε ευρύτερο κοινό: Το Facebook ξεκίνησε στις αρχές του 2004 από τον Μαρκ Ζούκερμπεργκ και ξεκίνησε ως ένα Διαδικτυακό Κοινωνικό Δίκτυο μόνο για το Χάρβαρντ, ενώ η αποστολή του σήμερα είναι "να κάνει τον κόσμο πιο ανοιχτό και συνδεδεμένο" (Cao, 2015). Από το 2005 και μετά, το Facebook ήταν ανοιχτό για φοιτητές άλλων σχολών και λίγο αργότερα η ένταξη ήταν δυνατή και για ένα ευρύτερο κοινό. Ο Μαρκ Ζούκερμπεργκ δεν ήταν σίγουρα ο πρώτος άνθρωπος που δημιούργησε ένα διαδικτυακό κοινωνικό δίκτυο. Ωστόσο, ήταν ένας από τους πρώτους με τεράστια και διατηρήσιμη επιτυχία. Με την ανάπτυξη του Facebook καθώς και την επιτυχία των Διαδικτυακών Κοινωνικών Δικτύων σε χώρες σε όλο τον κόσμο - όπως το StudiVZ στη Γερμανία, το Hyves στις Κάτω Χώρες, το Renren στην Ασία και το Orkut στη Βραζιλία - όλο και περισσότεροι άνθρωποι έδιναν προσοχή στα Διαδικτυακά Κοινωνικά Δίκτυα. Ταυτόχρονα, με την αύξηση του αριθμού των χρηστών, τα Διαδικτυακά Κοινωνικά Δίκτυα προκάλεσαν αυξανόμενο οικονομικό ενδιαφέρον μεταξύ των επενδυτών. Το 2005, για παράδειγμα, η εταιρεία μέσων ενημέρωσης News Corporation εξαγόρασε το Διαδικτυακό Κοινωνικό Δίκτυο MySpace έναντι 580 εκατομμυρίων δολαρίων ΗΠΑ (boyd & Ellison, 2007). Δύο χρόνια αργότερα, η Microsoft κατέβαλε 240 εκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ για μειωηφικό ποσοστό 1,6% στο Διαδικτυακό Κοινωνικό Δίκτυο Facebook (Klier et al., 2009). Το 2008, η AOL εξαγόρασε το Διαδικτυακό Κοινωνικό Δίκτυο Bebo έναντι 850 εκατομμυρίων δολαρίων ΗΠΑ (Cheung & Lee, 2010). Σε άλλες χώρες οι επενδυτές κατέβαλαν επίσης σημαντικά ποσά για την απόκτηση Διαδικτυακών Κοινωνικών Δικτύων. Τα γεγονότα αυτά καταδεικνύουν ότι μεταξύ 2003 και 2009, τα Διαδικτυακά Κοινωνικά Δίκτυα εξελίχθηκαν σε παγκόσμιο φαινόμενο με αυξανόμενο κοινωνικό και οικονομικό αντίκτυπο.

3.3 Το παγκόσμιο φαινόμενο στις μέρες μας

Στις αρχές του 2010, το μεγαλύτερο μερίδιο της αγοράς κυριαρχείται από μια σειρά διαδικτυακών κοινωνικών δικτύων (Z. Xiang & Gretzel, 2010). Το Facebook ήταν η πιο δημοφιλής πλατφόρμα που ήταν διαθέσιμη σε 70 γλώσσες με πάνω από 800 εκατομμύρια χρήστες παγκοσμίως (Giglietto et al., 2012). Ωστόσο, εκτός από την επιτυχία του Facebook, υπάρχουν αρκετά ακόμη Διαδικτυακά Κοινωνικά Δίκτυα που

ξεκίνησαν από το 2010 και μετά και επικεντρώνονται είτε σε εξειδικευμένες θέσεις για να επιβιώσουν ως συμπλήρωμα ή αντίπαλος του Facebook. Παραδείγματα για τέτοιες εξειδικευμένες υπηρεσίες είναι το Audimated ή το Folksdirect - το τελευταίο υποσχέθηκε να προσφέρει ένα περιβάλλον με επίκεντρο την ιδιωτικότητα (Probst, 2015). Παρόμοια με το Folksdirect, το Unthink ξεκίνησε ως "αντι-Facebook" κοινωνικό δίκτυο το 2011, διαφοροποιούμενο από το Facebook εστιάζοντας στον εύκολο έλεγχο της ιδιωτικότητας (Heidemann et al., 2012). Μια από τις μεγαλύτερες προσπάθειες επίθεσης στο Facebook μέχρι τότε ήταν η έναρξη του Google+ το 2011. Το Google+ ιδρύθηκε για να φέρει κοντά τους φίλους του, αλλά σε σύγκριση με τα προηγούμενα διαδικτυακά κοινωνικά δίκτυα, οι χρήστες μπορούσαν να οργανώσουν τις επαφές τους σε "κύκλους" που επιτρέπουν στους χρήστες να μοιράζονται συγκεκριμένες πληροφορίες με συγκεκριμένες ομάδες χρηστών. Η περίοδος από το 2010 και μετά χαρακτηρίζεται από την εμφάνιση περαιτέρω Διαδικτυακών Κοινωνικών Δικτύων. Πολλά υφιστάμενα Διαδικτυακά Κοινωνικά Δίκτυα αντιμετωπίζουν επίσης την πρόκληση του πώς να οικοδομήσουν ένα βιώσιμο επιχειρηματικό μοντέλο αξιοποιώντας το δυναμικό της ταχέως αυξανόμενης βάσης χρηστών τους, προκειμένου να παραμείνουν οικονομικά βιώσιμα. Κατά συνέπεια, πολλά Διαδικτυακά Κοινωνικά Δίκτυα έπρεπε να επανεκτιμήσουν τα επιχειρηματικά τους μοντέλα (Wirtz et al., 2010). Το Friendster, για παράδειγμα, επανατοποθετήθηκε από ένα Διαδικτυακό Κοινωνικό Δίκτυο σε έναν ιστότοπο κοινωνικής ψυχαγωγίας και παιχνιδιών με ισχυρότερη αγορά την Ασία τον Ιούνιο του 2011. Έκτοτε, ο αριθμός των εγγεγραμμένων χρηστών έχει φτάσει πάνω από 100 εκατομμύρια. Ωστόσο, υπάρχουν επίσης παραδείγματα Διαδικτυακών Κοινωνικών Δικτύων που δεν πέτυχαν αναγέννηση και παρακμάζουν. Το 2010, για παράδειγμα, η AOL πούλησε τα Διαδικτυακά Κοινωνικά Δίκτυα Bebo για ένα ποσό πιθανώς μικρότερο από 10 εκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ μετά από μόλις 2 χρόνια (Fjell et al., 2010). Το MySpace μπορεί να χρησιμεύσει ως ένα άλλο διάσημο παράδειγμα για το πόσο γρήγορα μπορούν τα Διαδικτυακά Κοινωνικά Δίκτυα να ανέβουν και να πέσουν. Το 2011, η News Corporation πούλησε το MySpace για 35 εκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ 6 χρόνια μετά την εξαγορά του δικτύου για 580 εκατομμύρια δολάρια ΗΠΑ (Bolaño & Vieira, 2015). Παρ' όλα αυτά, υπάρχουν επιτυχημένα παραδείγματα για το πώς αντιμετωπίζεται η πρόκληση της οικοδόμησης βιώσιμων επιχειρηματικών μοντέλων. Το Facebook, για παράδειγμα, απέφερε έσοδα 3,7 δισεκατομμυρίων δολαρίων ΗΠΑ το 2011 και, ως εκ

τούτου, είναι το πιο επιτυχημένο διαδικτυακό κοινωνικό δίκτυο μέχρι σήμερα. Συνοψίζοντας, σήμερα τα Διαδικτυακά Κοινωνικά Δίκτυα δεν αποτελούν πλέον ένα εξειδικευμένο φαινόμενο για τους νέους. Πρόκειται για ένα παγκόσμιο φαινόμενο με ολοένα και αυξανόμενο οικονομικό και κοινωνικό αντίκτυπο που αγγίζει όλες τις δημογραφικές ομάδες σε όλο τον κόσμο.

3.4 Ταξινόμηση των διαδικτυακών κοινωνικών δικτύων

Η γέννηση και η ανάπτυξη των επιγραμμικών κοινωνικών δικτύων καταδεικνύουν ότι υπάρχουν επιγραμμικά κοινωνικά δίκτυα για πολλές ομάδες-στόχους και τομείς ενδιαφέροντος. Μπορούν να διακριθούν ιδιαίτερα ανάλογα με το κύριο εύρος χρήσης τους μεταξύ "ιδιωτικών δικτύων" (π.χ. Facebook, MySpace) και "επαγγελματικών δικτύων" (π.χ. LinkedIn, Xing). Δεδομένου ότι τα Διαδικτυακά Κοινωνικά Δίκτυα σχεδιάστηκαν αρχικά για ιδιωτική χρήση (Sajithra K & Rajindra Patil, 2013), δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι τα ιδιωτικά δίκτυα, όπως το Facebook, συγκαταλέγονται μεταξύ των πιο δημοφιλών και γνωστών Διαδικτυακών Κοινωνικών Δικτύων στον κόσμο (Zhang et al., 2010). Σε αντίθεση με τα ιδιωτικά δίκτυα, τα επαγγελματικά δίκτυα "ειδικεύονται στη διατήρηση επαγγελματικών επαφών και στην αναζήτηση νέων θέσεων εργασίας". Εκτός από τις συνήθεις πληροφορίες που παρέχονται στα Διαδικτυακά Κοινωνικά Δίκτυα, τα επιχειρηματικά δίκτυα ενσωματώνουν συνήθως και ένα βιογραφικό σημείωμα (π.χ. τρέχουσα θέση, τίτλος εργασίας). Επιπλέον, πολλά επιχειρηματικά δίκτυα περιλαμβάνουν πρόσθετες λεπτομέρειες στα προφίλ των χρηστών, όπως η ημερομηνία εγγραφής ή ένα ευρετήριο που υποδεικνύει τη δραστηριότητα ενός χρήστη στο επιχειρηματικό δίκτυο. Ένα άλλο κριτήριο κατηγοριοποίησης είναι ο περιορισμός της εστίασης: Υπάρχουν "γενικά δίκτυα", χωρίς ιδιαίτερη εστίαση (π.χ. Facebook), καθώς και "δίκτυα ειδικού ενδιαφέροντος", με συγκεκριμένη εστίαση (π.χ. Bottletalk). Με βάση τους Boyd και Ellison (boyd & Ellison, 2007), καθώς και τους Leimeister και συν. (Leimeister et al., 2004) τέτοια δίκτυα ειδικού ενδιαφέροντος θα μπορούσαν να οριστούν ως τεχνικές διαδικτυακές πλατφόρμες που έχουν συγκεκριμένη εστίαση και απευθύνονται σε συγκεκριμένες ομάδες-στόχους χρηστών που αλληλεπιδρούν κοινωνικά. Σύμφωνα με

τα διαδικτυακά κοινωνικά δίκτυα γενικά, οι πλατφόρμες αυτές επιτρέπουν στους χρήστες να κατασκευάζουν δημόσια ή ημι-δημόσια προφίλ και να διαμορφώνουν καταλόγους άλλων χρηστών με τους οποίους μοιράζονται μια σύνδεση. Τα δίκτυα ειδικού ενδιαφέροντος, ωστόσο, είναι ευθυγραμμισμένα με τη συγκεκριμένη εστίαση και επιτρέπουν και υποστηρίζουν ιδιαίτερα τις αλληλεπιδράσεις των χρηστών που συμβάλλουν στη δημιουργία εμπιστοσύνης και κοινού αισθήματος μεταξύ των χρηστών τους. Λόγω της σχετικά στενής εστίασής τους, τα δίκτυα ειδικών ενδιαφερόντων μοιάζουν με τις λεγόμενες "κοινότητες ενδιαφέροντος", όπου τα άτομα αλληλεπιδρούν μεταξύ τους για συγκεκριμένα θέματα (Heidemann et al., 2012). Με τον τρόπο αυτό, οι κοινότητες ενδιαφέροντος οργανώνονται αποκλειστικά γύρω από τα ενδιαφέροντα. Τα δίκτυα ειδικών ενδιαφερόντων, ωστόσο, οργανώνονται επίσης γύρω από τους χρήστες τους (boyd & Ellison, 2007). Έτσι, σε αντίθεση με τις κοινότητες ενδιαφέροντος, όπου οι χρήστες δεν μοιράζονται έντονα προσωπικές πληροφορίες (Kolbitsch & Maurer, 2006), δηλαδή δεν δίνεται μεγάλη προσοχή στην κοινωνικοποίηση, τα δίκτυα ειδικών ενδιαφερόντων παρέχουν λειτουργίες για την εύρεση και τη διατήρηση κοινωνικών επαφών. Προηγούμενες εργασίες υποδεικνύουν υψηλές δυνατότητες για τα δίκτυα ειδικού ενδιαφέροντος, ιδίως όσον αφορά την πιθανότητα επιτυχούς δημιουργίας συμπληρωματικών προσφορών πέραν των γενικών δικτύων όπως το Facebook.

4 Εργαλεία ανάλυσης κοινωνικών δικτύων

Το Κεφάλαιο 4 παρουσιάζει τις βασικές μεθόδους ανάλυσης δεδομένων σε διαδικτυακά κοινωνικά δίκτυα. Πιο συγκεκριμένα παρουσιάζονται 10 από τα πιο γνωστά εργαλεία ανάλυσης, οι μετρικές που χρησιμοποιούν στην ανάλυση των δικτύων και ένας πίνακας με τα χαρακτηριστικά του κάθε εργαλείου.

4.1 Μέθοδοι ανάλυσης δεδομένων σε διαδικτυακά κοινωνικά δίκτυα

Δεδομένου ενός πολύ μεγάλου συνόλου δεδομένων, μια σημαντική πρόκληση είναι να καταλάβει κανείς ποια δεδομένα έχει και πώς να τα αναλύσει (Kaisler et al., 2013). Τα κοινωνικά δίκτυα περιέχουν συνήθως έναν τεράστιο όγκο δεδομένων περιεχομένου και συνδέσεων που μπορούν να αξιοποιηθούν για ανάλυση. Αυτοί οι τύποι μπορούν να χωριστούν περαιτέρω σε μη δομημένα και δομημένα δεδομένα αντίστοιχα, ανάλογα με το αν είναι οργανωμένα με προκαθορισμένο τρόπο (δομημένα δεδομένα) ή όχι (μη δομημένα δεδομένα). Για να γίνει αυτό κατανοητό με ένα παράδειγμα, τα γεγονότα που βασίζονται στον χρόνο είναι δομημένα, ενώ τα δεδομένα γεγονότων που βασίζονται σε tweets και "likes" είναι αδόμητα. Τα δομημένα δεδομένα στα διαδικτυακά κοινωνικά δίκτυα είναι συνήθως δομημένα σε γραφήματα. Στο πιο βασικό πλαίσιο, μοντελοποιούνται με ένα κοινωνικό δίκτυο το οποίο αναπαρίσταται ως γράφημα $G = (V, E)$ όπου V είναι ένα σύνολο κόμβων ή οντοτήτων (π.χ. άνθρωποι, οργανισμοί και προϊόντα) και E είναι ένα σύνολο σχέσεων που συνδέουν τους κόμβους μέσω προτύπων αλληλεπίδρασης. Αυτού του είδους τα δεδομένα μετρώνται μέσω της ανάλυσης κοινωνικών δικτύων, μιας εφαρμογής της ανάλυσης γραφημάτων που επικεντρώνεται στην εξαγωγή πληροφοριών από τέτοια διασυνδεδεμένα δεδομένα. Από την άλλη πλευρά, τα μη δομημένα δεδομένα είναι τα δεδομένα περιεχομένου που μοιράζονται σε διαδικτυακά κοινωνικά δίκτυα, γνωστά και ως περιεχόμενο που παράγεται από χρήστες (User Generated Content - UGC). Θεωρούνται η ζωογόνο δύναμη των SNS και περιλαμβάνουν κείμενο, εικόνες, βίντεο, tweets, κριτικές

προϊόντων και άλλα πολυμεσικά δεδομένα που συνήθως μελετώνται με ανάλυση βάσει περιεχομένου, οι τεχνικές της οποίας περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων αλγορίθμους για τη δόμηση των δεδομένων (Hansen et al., 2010).

Οι προσεγγίσεις ανάλυσης κοινωνικών δικτύων και εξόρυξης περιεχομένου ακολουθούν τις διεπιστημονικές αρχές της Τεχνητής Νοημοσύνης (AI), της Στατιστικής και συναφών τομέων. Δεκαετίες πριν από την έλευση των διαδικτυακών κοινωνικών δικτύων, οι έρευνες της IN προσπάθησαν να ενσωματώσουν την αμφιλεγόμενη έννοια της "νοημοσύνης" στις μηχανές, ώστε να κατανοούν, να συλλογίζονται και να μαθαίνουν πώς λειτουργεί ο κόσμος και, ως εκ τούτου, να αποκτούν περαιτέρω δυνατότητες από τους απλούς λογικούς υπολογισμούς (Fjelland, 2020). Το Διαδικτυακό Κοινωνικό Δίκτυο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως περιβάλλον προικοδότησης των μηχανών με την ικανότητα αυτής της γνώσης κοινής λογικής. Τα τελευταία χρόνια έχει σημειωθεί ραγδαία πρόοδος σε μακροχρόνια, δύσκολα προβλήματα της τεχνητής νοημοσύνης και αυτή επανεφευρίσκει πλέον ταχύτατα τόσες πολλές από τις πιο δημοφιλείς υπηρεσίες του Διαδικτύου (Kaplan & Haenlein, 2018). Από την άλλη πλευρά, η στατιστική περιλαμβάνει λιγότερο περίπλοκες διαδικασίες που δίνουν έμφαση σε στατιστικά μοντέλα προς την κατεύθυνση της καλύτερης κατανόησης της διαδικασίας παραγωγής δεδομένων.

Η ανάλυση βάσει περιεχομένου σε διαδικτυακά κοινωνικά δίκτυα μελετάται μέσω της ανάλυσης μεγάλων δεδομένων και επικεντρώνεται στην εξαγωγή πληροφοριών από το περιεχόμενο που δημιουργείται και διαμοιράζεται στο δίκτυο. Η ανάλυση ήχου ή ομιλίας ακολουθεί τη συνεχή αναγνώριση ομιλίας μεγάλου λεξιλογίου ή την προσέγγιση με βάση τη φωνητική για την εξαγωγή πληροφοριών από μη δομημένα δεδομένα ήχου (Gandomi & Haider, 2015) - η ανάλυση περιεχομένου βίντεο περιλαμβάνει μια ποικιλία τεχνικών για την παρακολούθηση, την ανάλυση και την εξαγωγή σημαντικών πληροφοριών από ροές βίντεο (Vashisht & Gupta, 2015) - οι μέθοδοι ανάλυσης εικόνας ποικίλλουν από απλές έως εξελιγμένες ανάλογα με την εργασία ανάλυσης, ενώ οι μέθοδοι για την αναγνώριση προσώπου και για την εξαγωγή συναισθήματος σε δεδομένα κοινωνικών δικτύων επιτίθενται με μεγάλη προσοχή (Dzedzickis et al., 2020).

Η εξόρυξη κειμένου εξάγει μοτίβα από δεδομένα κειμένου μέσω της ανάκτησης πληροφοριών, της σύνοψης κειμένου και της επεξεργασίας φυσικής γλώσσας (NLP). Συχνά ενσωματώνεται με τις άλλες τεχνικές. Η ανάλυση εικόνας και η εξόρυξη

κειμένου έχουν αναγνωρίσει τεράστιες εφαρμογές στα διαδικτυακά κοινωνικά δίκτυα, δεδομένου ότι οι χρήστες συχνά δημοσιεύουν εικόνες είτε μόνες τους είτε επιπλέον του κειμένου στα μηνύματά τους. Επίσης, η ανάλυση περιεχομένου βίντεο ενσωματώνεται με την εξόρυξη κειμένου. Για παράδειγμα, μπορεί να αναπτυχθεί μια αναπαράσταση bag-of-words των απομαγνητοφωνημένων βίντεο για να εξαχθούν κάποια κρυμμένα μοτίβα. Γενικά, πρακτικές ανάλυσης όπως η ανίχνευση γεγονότων και η ανάλυση συναισθήματος χρησιμοποιούνται συνήθως στην ανάλυση βίντεο και εικόνων (Koelstra et al., 2011).

Η εξόρυξη περιεχομένου και η SNA δεν είναι αμοιβαία αποκλειόμενες προσεγγίσεις, κάθε άλλο, θα πρέπει να συνυπάρχουν σε μια ανάλυση. Οι πληροφορίες περιεχομένου σε διάφορα μέρη του δικτύου συχνά συνδέονται στενά με τη δομή του και, ως εκ τούτου, ο συνδυασμός και των δύο πηγών πληροφοριών θεωρείται ότι μπορεί να αποδώσει καλύτερα σε μια ανάλυση (Aggarwal, 2011). Για παράδειγμα, η ανάλυση συναισθήματος μπορεί να χρησιμοποιήσει τόσο δεδομένα σύνδεσης όσο και κείμενο. Οι προηγούμενες μεθοδολογίες ανάλυσης συναισθήματος συχνά υπέθεταν ότι τα κείμενα είναι ανεξάρτητα- αλλά στο πλαίσιο των κοινωνικών δικτύων, τα δεδομένα είναι δικτυωμένα και αυτό το χαρακτηριστικό δεν πρέπει να παραβλέπεται (Borgatti & Li, 2009). Επιπλέον, οι κοινωνικές σχέσεις μεταξύ των χρηστών θεωρούνται πρόσφατα ως εξίσου πολύτιμες πληροφορίες στα συστήματα συστάσεων με τα πρότυπα περιεχομένου που μοιράζονται οι χρήστες. Το μοναδικό στοιχείο των δεδομένων κοινωνικής δικτύωσης είναι άλλωστε ότι αποκαλύπτουν πληροφορίες σχετικά με τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ χρηστών κοινοτήτων-περιεχομένου.

Οι δημόσιες διεπαφές παρόχου εφαρμογών (APIs) είναι το τυπικό μέσο ανάκτησης δεδομένων κοινωνικής δικτύωσης από το σύννεφο και συνήθως έχουν σχεδιαστεί για να ενθαρρύνουν την ανάπτυξη λογισμικού τρίτων - για παράδειγμα, ένα πρόσθετο για το WordPress. Μια εναλλακτική λύση είναι η χρήση εμπορικών εργαλείων για την απόσυρση που συλλέγουν δεδομένα προστατεύοντας την ακατέργαστη μορφή τους και διαθέτουν κάποια πρόσθετη λειτουργία φιλτραρίσματος. Οι (Kaushik et al., 2016) χρησιμοποίησαν το Sysomos, ένα εργαλείο κοινωνικής παρακολούθησης, για τον εντοπισμό συγκεκριμένων συμβάντων. Το Sysomos είναι επίσης ένα από τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται στο BBC για την παρακολούθηση των δραστηριοτήτων των μέσων κοινωνικής δικτύωσης και των ιστότοπων (Dennis et al., 2015). Ένα crawler κατασκευάζεται για την εξαγωγή πληροφοριών που δεν είναι

αυτοματοποιημένο να εξαχθούν με το API της υπηρεσίας. Είναι σημαντικό, ωστόσο, ότι κάθε κοινωνική πλατφόρμα έχει πολύ συγκεκριμένους κανόνες γύρω από τον τρόπο χρήσης των αντίστοιχων δεδομένων τους, οι οποίοι μπορούν να βρεθούν στους όρους χρήσης τους. Παρόλο που τα περισσότερα SNS εκθέτουν ένα API, το οποίο περιλαμβάνει μεθόδους για την απόκτηση μιας σειράς δεδομένων, συμπεριλαμβανομένων των φίλων, των εκδηλώσεων, των ομάδων, περιορίζουν τον αριθμό των συναλλαγών API ανά ημέρα. Σημειώνεται ότι, η ποικιλία των δεδομένων που συλλέγονται για ανάλυση μπορεί να διακριθεί σε ρητά δεδομένα, δηλαδή σε πληροφορίες που σχετίζονται άμεσα με τη χρήση της υπηρεσίας (π.χ. λεπτομέρειες προφίλ, αριθμός φίλων κ.λπ.), και σε έμμεσα δεδομένα, δηλαδή, που είναι είτε πληροφορίες που επεξεργάζεται αυτόματα το σύστημα (π.χ. δεδομένα προγράμματος περιήγησης, ιστότοποι που επισκέπτονται κ.λπ.) είτε μπορούν να ανακαλυφθούν από τις δραστηριότητες του χρήστη με την ανάλυση εκτεταμένων και επαναλαμβανόμενων αλληλεπιδράσεων μεταξύ των χρηστών (ψηφοφορία, κοινή χρήση, ετικέτες, στοιχεία σχολιασμού). Υπάρχει ανάλυση που χρησιμοποιεί σιωπηρά δεδομένα, ρητά ή και τα δύο (Gao & Liu, 2014).

4.2 Μετρικές εργαλείων ανάλυσης κοινωνικών δικτύων

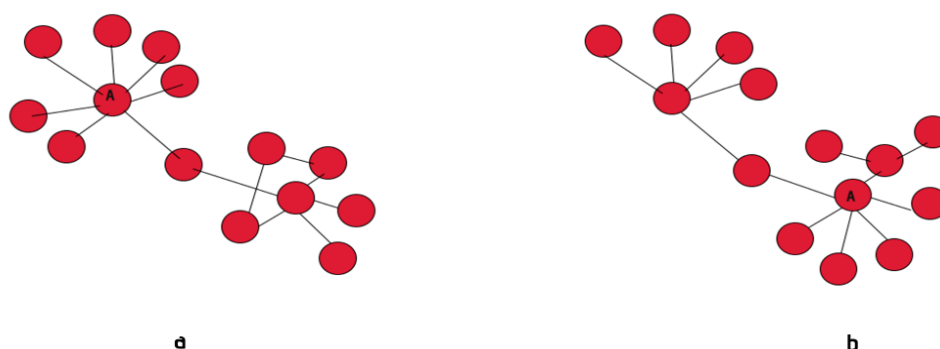
Κατά την διαδικασία της ανάλυσης των δεδομένων που έχουμε αντλήσει από τα κοινωνικά δίκτυα, υπάρχουν διαφορετικές τεχνικές ανάλυσης για την κατανόηση θεμελιωδών εννοιών. Τα γραφήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αναπαραστήσουν τη σχεσιακή δομή του κοινωνικού δικτύου με φυσικό τρόπο. Κάθε ένας από τους κόμβους (nodes) μπορεί αντιπροσωπεύεται από μια κορυφή ενός γραφήματος (vertex). Οι σχέσεις μεταξύ των κόμβων μπορεί να αναπαρασταθεί ως ακμές του γραφήματος (edge). Με τον όρο της κεντρικότητας (centrality) μπορούμε να περιγράψουμε το πόσο σημαντικός είναι ένας κόμβος μέσα στο δίκτυο χρησιμοποιώντας μια συλλογή μετρικών μεθόδων. Παρακάτω θα επικεντρωθούμε στις τέσσερις κύριες μεθόδους: κεντρικότητα βαθμού (Degree Centrality), κεντρικότητα ενδιαμεσότητας (Betweenness Centrality), κεντρικότητα εγγύτητας (Closeness

Centrality) και κεντρικότητα ιδιοδιανύσματος (Eigenvector Centrality) (Golbeck, 2015).

Κεντρικότητα βαθμού (Degree Centrality): Υποδηλώνει της σημασία ενός κόμβου μετρώντας πόσες κοινωνικές συνδέσεις (άκρες) έχει μέσα στο δίκτυο. Κάποια εργαλεία ανάλυσης SNA μετατρέπουν αυτόν τον αριθμό σε κλίμακα 0-1 όπου ο κόμβος με το μεγαλύτερο βαθμό κεντρικότητας στο δίκτυο θα εκφράζεται με τη τιμή 1, ενώ οι άλλοι κόμβοι με μικρότερο βαθμό με κλάσματα αυτού του αριθμού. Για παράδειγμα εάν ένας κόμβος που έχει το μεγαλύτερο βαθμό κεντρικότητας (δηλαδή 1) σε ένα δίκτυο έχει 40 ακμές, ένας άλλος κόμβος με 20 ακμές θα έχει βαθμό κεντρικότητας $20/40$ δηλαδή 0,5 και ένας άλλος με 10 ακμές $10/40 = 0,25$. Ο βαθμός κεντρικότητας μας δείχνει πόσες συνδέσεις έχει ένας κόμβος στο δίκτυο, αλλά δεν δείχνει πόσο κεντρικά βρίσκεται στο δίκτυο αυτός ο κόμβος οπότε και ποιος είναι ο ρόλος του (Golbeck, 2015).

Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε τον κόμβο A όπου και στους δύο γράφους έχει τον ίδιο βαθμό κεντρικότητας στο δίκτυο αλλά έχουν διαφορετικό ρόλο με το κόμβο A στο γράφο b να βρίσκεται κεντρικά και στο γράφο a στα άκρα.

Στα δίκτυα που έχουμε κατευθυνόμενους γράφους ορίζουμε την κεντρικότητα βαθμού σε εισερχόμενου βαθμού (In-Degree) και σε εξερχόμενου βαθμού (Out-Degree). Ο πρώτος ορισμός αναφέρεται στις ακμές που κατευθύνονται προς τον κόμβο, κορυφή και ο δεύτερος στις ακμές που εξέρχονται από τον κόμβο, κορυφή.



Εικόνα 1 Κόμβος A με ίδιο βαθμό κεντρικότητας αλλά διαφορετικό ρόλο στους γράφους a & b

Κεντρικότητα ενδιαμεσότητας (Betweenness Centrality): Ο ρόλος ενός κόμβου – κορυφής πολύ συχνά καθορίζεται και από το πως επιτρέπει στη πληροφορία να περνά από το ένα μέρος του δικτύου στο άλλο. Ο όρος της κεντρικότητας ενδιαμεσότητας ορίζει το κατά πόσο ένας κόμβος παίζει σημαντικό ρόλο για τη μετάδοση της πληροφορίας σε ένα δίκτυο ως συνδετικός κρίκος κόμβων – κορυφών. Επίσης κόμβοι με υψηλή ενδιαμεσότητα είναι εκείνοι η απομάκρυνση των οποίων θα διαταράξει περισσότερο την επικοινωνία μεταξύ των άλλων κόμβων στο δίκτυο καθώς βρίσκονται στα περισσότερα μονοπάτια που ακολουθεί η πληροφορία.

Κεντρικότητα εγγύτητας (Closeness Centrality): Υπολογίζει τη σημασία των κόμβων σε ένα δίκτυο με βάση το κατά πόσο αυτοί είναι χωρικά οι πιο κεντρικοί κόμβοι στο δίκτυο αυτό. Συγκεκριμένα, αναθέτει υψηλές τιμές κεντρικότητας στους κόμβους που είναι σχετικά σε μία κεντρική θέση στην τοπολογία του δικτύου λαμβάνοντας υπόψη την απόσταση των κόμβων από τους υπόλοιπους κόμβους του δικτύου με βάση μία συγκεκριμένη μετρική απόστασης. Ο ορισμός της κεντρικότητας εγγύτητας βασίζεται στην απόσταση κάθε κόμβου από όλους τους υπόλοιπους, θεωρώντας ως πιο κεντρικό κόμβο αυτόν που αθροιστικά έχει τη μικρότερη απόσταση από τους υπόλοιπους κόμβους του δικτύου. Επομένως, περιγράφει ποσοτικά το πόσο “κοντά” είναι ένας κόμβος από όλους τους υπόλοιπους. Ως είθισται, ως απόσταση θεωρούμε το μήκος του συντομότερου μονοπατιού από έναν κόμβο προς έναν άλλο για τη δεδομένη τοπολογία δικτύου που εξετάζουμε.

Κεντρικότητα ιδιοδιανύσματος (Eigenvector Centrality): Είναι πιο σύνθετο σε σχέση με το βαθμό κεντρικότητας καθώς δεν λαμβάνει μόνο υπόψη τον αριθμό των συνδέσεων του κάθε κόμβου με άλλους, αλλά και το πόσο σημαντικοί στο δίκτυο είναι αυτοί οι κόμβοι στους οποίους συνδέεται. Η κεντρικότητα ιδιοδιανύσματος λοιπόν συνυπολογίζει τόσο το πλήθος των γειτονικών κόμβων, όσο και τη σημαντικότητα του κάθε γείτονα (Dunne & Shneiderman, 2009).

4.3 Εργαλεία ανάλυσης κοινωνικών δικτύων

Η θεωρία γραφημάτων είναι η βασική εξέχουσα προσέγγιση στην ανάλυση κοινωνικών δικτύων και τα εργαλεία εξόρυξης γραφημάτων είναι σημαντικά για τη διερεύνηση των κοινωνικών δομών τόσο αναλυτικά όσο και οπτικά. Αναπτύσσονται βάσεις δεδομένων γράφων όπως η Neo4j, γραφικά μοντέλα όπως η βαθιά μάθηση και εργαλεία εξόρυξης γράφων όπως το Networkit, προκειμένου να αντιμετωπιστεί αποτελεσματικά η ανάγκη εξόρυξης γνώσης από δικτυακά δεδομένα. Δύο μεγάλοι περιορισμοί όσον αφορά την SNA και τον όγκο των δεδομένων είναι ο περιορισμένος αριθμός εξαγόμενων δεδομένων από τα κοινωνικά δίκτυα λόγω των περιορισμένων συναλλαγών APIs και η δυσκολία επεξεργασίας των δεδομένων, τα οποία υπερβαίνουν ένα ορισμένο μέγεθος δικτύου, με μετρικές γράφων και οπτικοποιήσεις δεδομένων (Olshannikova et al., 2015).

Η εξόρυξη του περιεχομένου του διαδικτυακού κοινωνικού δικτύου σε συνδυασμό με το δίκτυο μπορεί να είναι χρήσιμη για την αποτελεσματική απάντηση επιμέρους ερωτημάτων μιας ανάλυσης, όπως "Οι φίλοι δημοσιεύουν παρόμοιο περιεχόμενο στο Facebook;" ή "Μπορούμε να κατανοήσουμε τα ενδιαφέροντα ενός χρήστη εξετάζοντας αυτά των φίλων του;". Απαιτούνται εργαλεία εξόρυξης βασισμένα σε γραφήματα προκειμένου να μοντελοποιείται εύκολα η δομή των κοινωνικών δικτύων και να εκτελούνται οι παραπάνω εργασίες. Υπάρχει μεγάλη ποικιλία εργαλείων λογισμικού που αναλύουν τις ιδιότητες των κόμβων και των ακμών σε ένα δίκτυο. Ορισμένα από τα εργαλεία αναπτύχθηκαν αρχικά για την οπτικοποίηση δικτύων και τώρα περιέχουν διαδικασίες ανάλυσης, ενώ άλλα αναπτύχθηκαν ειδικά για την ενσωμάτωση της ανάλυσης και της οπτικοποίησης δικτύων. Αν και η στενή ενσωμάτωση των στατιστικών στοιχείων των κοινωνικών δικτύων και της οπτικοποίησης είναι απαραίτητη για την αποτελεσματική εξερεύνηση των κοινωνικών δικτύων (Correa & Ma, 2011). Κάθε εργαλείο έχει ορισμένα πλεονεκτήματα και περιορισμούς, επομένως η επιλογή του κατάλληλου εργαλείου για μια συγκεκριμένη εργασία εξακολουθεί να αποτελεί πρόκληση. Παρακάτω παρουσιάζονται δέκα από τα πιο γνωστά εργαλεία ανάλυσης δεδομένων που αντλούνται από τα κοινωνικά δίκτυα.

Το **NodeXL** είναι ένα δωρεάν πρότυπο ανοικτού κώδικα για το Microsoft Excel που απλοποιεί τις βασικές εργασίες ανάλυσης και οπτικοποίησης δικτύων και υποστηρίζει την ανάλυση δικτύων κοινωνικών μέσων για μη κωδικοποιημένους χρήστες (Zobolas, 2021). Είναι παρόμοιο με το Pajek και το Gephi με τη διαφορά ότι μπορεί να συλλέξει απευθείας δεδομένα από κοινωνικά δίκτυα. Αν και το Gephi είναι πιο ευέλικτο όσον αφορά την οπτικοποίηση. Ωστόσο, ο υπολογισμός των μετρικών δικτύου στο NodeXL μπορεί να είναι αργός, οπότε είναι σημαντικές οι ερευνητικές προσπάθειες για βελτιωμένους αλγορίθμους, την παραλληλοποίηση της εκτέλεσης με τη χρήση πολλαπλών επεξεργαστών και τη χρήση εξειδικευμένων γραφικών συνεπεξεργαστών για την επιτάχυνση των υπολογισμών. Δύο από τα μελλοντικά σχέδια περιλαμβάνουν τα εξής: (i) τεχνικές υπολογιστικού νέφους για τον αποτελεσματικό υπολογισμό συστάδων δικτύων και (ii) βελτίωση των μετρικών κεντρικότητας για κατευθυνόμενες ή διμερείς γραφήματα και γραφήματα με ποικίλα βάρη ακμών. Το NodeXL υποστηρίζει την ανάλυση συναισθήματος σε δεδομένα κειμένου μετρώντας τη συχνότητα εμφάνισης υποκειμενικών λέξεων (Elbagir & Yang, 2019).

Το **NetworKit**, μια ενότητα Python, είναι μια γενική εργαλειοθήκη για ανάλυση δικτύων υψηλής απόδοσης με αποδοτικούς αλγορίθμους γράφων, πολλοί από τους οποίους επιτρέπουν την παράλληλη εκτέλεση για τη γρήγορη επεξεργασία δικτύων μεγάλης κλίμακας (Michail et al., 2019). Στόχος του είναι να παρέχει εργαλεία για την ανάλυση μεγάλων δικτύων σε εύρος μεγέθους από χιλιάδες έως δισεκατομμύρια ακμές και σκοπεύει να είναι πολύ ταχύτερο από τις κύριες εναλλακτικές λύσεις. Παρέχεται επίσης ευχρηστία και ενσωμάτωση με βιβλιοθήκες Python για διαδραστική εργασία για δεδομένα. Σημειώστε ότι, οι λειτουργίες του NetworkKit δεν είναι τόσο ολοκληρωμένες όσο του NetworkX και του igraph. Το Pajek προσφέρει παρόμοιες δυνατότητες ανάλυσης δεδομένων και οπτικοποίησης δικτύων με το NetworKit (Staudt et al., 2014).

Το **Pajek** είναι ένα γενικό εργαλείο ανάλυσης γραφημάτων για την ανάλυση και οπτικοποίηση μεγάλων δικτύων. Παρέχει ένα εξαιρετικό φάσμα μετρικών πέρα από τις ρουτίνες ανάλυσης κοινωνικών δικτύων, όπως διάφορα σχήματα κατάτμησης, κλίκες, συστάδες, συνιστώσες και πολλά άλλα χαρακτηριστικά. Το εργαλείο αυτό βρίσκεται στην αγορά εδώ και 20 χρόνια και έχει βελτιώσει τα χαρακτηριστικά του δικαιολογώντας την εκτεταμένη χρήση του τόσο στην ακαδημαϊκή έρευνα όσο και σε

γνωστές εταιρείες όπως η Deutsche Bundesbank και η Volkswagen. Ωστόσο, τρέχει μόνο στην πλατφόρμα των Windows και είναι σχετικά αδύναμο στην οπτικοποίηση. Το **Pajek-XXL** είναι μια ειδική έκδοση του Pajek για την ανάλυση τεράστιων δικτύων (Mrvar & Batagelj, 2016).

Το **Statnet** είναι μια σουίτα πακέτων λογισμικού όπως το `ergm` και το `network` για στατιστική ανάλυση δικτύων σε γλώσσα προγραμματισμού R, η οποία υλοποιεί τις πρόσφατες εξελίξεις στη στατιστική μοντελοποίηση τυχαίων δικτύων (Kolaczyk & Csárdi, 2020). Εξαρτάται από το σύνολο αυτών των βασικών πακέτων για την παροχή της βασικής του λειτουργικότητας για στατική και δυναμική μοντελοποίηση δικτύων και χρησιμοποιείται από τη γραμμή εντολών του R ή το πρόσφατο γραφικό περιβάλλον για λιγότερο έμπειρους χρήστες. Αυτό που διαφοροποιεί το `statnet` από τα άλλα εργαλεία είναι ότι εστιάζει στη στατιστική μοντελοποίηση δικτυακών δεδομένων. Χρησιμοποιείται για την εκτίμηση μοντέλων, την αξιολόγηση μοντέλων και την προσομοίωση δικτύων που βασίζονται σε μοντέλα, όπως τα μοντέλα λανθάνοντος χώρου και λανθάνοντος συμπλέγματος. Όλα τα μοντέλα τροφοδοτούνται από έναν κεντρικό αλγόριθμο Markov chain Monte Carlo που μπορεί εύκολα να χειριστεί δίκτυα αρκετών χιλιάδων κόμβων ή και περισσότερων.

Το **Gephi** είναι ένα αυτόνομο λογισμικό σε Java και OpenGL που μελετά τη συσχέτιση των ιδιοτήτων των κόμβων και της δομής του δικτύου με τη χρήση οπτικών μοτίβων και υποστηρίζει τους κλασικούς αλγορίθμους εξόρυξης δεδομένων της ανάλυσης κοινωνικών δικτύων (Akhtar & Ahamad, 2021). Το Gephi επιτρέπει την πολύ εύκολη γραφική αναπαράσταση της "συνδεσιμότητας" (βαθμός), της "επιρροής" (betweenness centrality) και της συμμετοχής στην κοινότητα των ατόμων σε ένα δίκτυο. Η μορφή αρχείου εισόδου μπορεί να είναι `.gml`, `.gdf`, `.csv` ενώ η μορφή του αρχείου εξόδου `.gdf`, `.png`, `.svg`.

Το **Jung** (Java Universal Network Graph/ Framework) είναι δωρεάν βιβλιοθήκη ανοιχτού κώδικα που παρέχει μια κοινή και επεκτάσιμη γλώσσα για την μοντελοποίηση, οπτικοποίηση και ανάλυση δεδομένων που μπορούν να αναπαρασταθούν ως γράφημα ή δίκτυο. Είναι γραμμένο σε γλώσσα προγραμματισμού Java και επιτρέπει την χρήση επεκτάσεων Java Application Programming Interface (API) όπως και άλλων βιβλιοθηκών Java. Η αρχιτεκτονική του υποστηρίζει την αναπαράσταση των οντοτήτων και των μεταξύ τους σχέσεων σε κατευθυνόμενους και μη κατευθυνόμενους γράφους, πολυτροπικούς γράφους, γράφους με παράλληλες

παράλληλες ακμές και υπεργράφους. Παρέχει μηχανισμό για σχολιασμό γράφων, οντοτήτων και σχέσεις με τα μεταδεδομένα , δίνοντας τη δυνατότητα να δημιουργούνται εργαλεία για την ανάλυση πολύπλοκων συνόλων δεδομένων που εξετάζουν τη σχέση μεταξύ οντοτήτων καθώς και τα μεταδεδομένα που συνδέονται με κάθε οντότητα και σχέση. (*JUNG - Java Universal Network/Graph Framework*, n.d.)

Το **NetMiner** είναι ένα script βασισμένο στη γλώσσα προγραμματισμού Python για την ανάλυση και οπτικοποίηση δικτύων δεδομένων που επιτρέπει την αναγνώριση μοτίβων – patterns στο δίκτυο καθώς είναι διαδραστικό με τον χρήστη. Ορισμένες δυνατότητες αυτού του λογισμικού είναι η αναγνώριση μοτίβων p και της δομής του δικτύου. Είναι συμβατό και με άλλο πρόσθετα βασισμένα σε Python και μπορεί να μοιραστεί και με άλλους χρήστες. Εμφανίζει σχέδια ως 3D, έχει ενσωματωμένο εργαλείο επεξεργασίας και περιέχει μονάδα εξόρυξης δεδομένων βασισμένη στο machine learning η οποία έχει τη δυνατότητα να φιλτράρει και να κατηγοριοποιεί την πληροφορία. Η μορφή εισόδου και εξόδου αρχείου είναι .xls, .xlsz, .csv κ.α. (*NetMiner - Social Network Analysis Software*, n.d.)

Visone. Η αρχική του έκδοση δημοσιεύθηκε το 2002 ενώ η επίσημη κυκλοφορία του το 2015. Το Visone είναι ένα λογισμικό με γραφικό περιβάλλον προσαρμοσμένο στο κοινωνικό δίκτυο που απευθύνεται σε εταιρίες και ιδιώτες που θέλουν να εξάγουν δεδομένα και μοτίβα εύκολα και με ακρίβεια. Είναι σε γλώσσα προγραμματισμού Java και μπορεί να χρησιμοποιηθεί δωρεάν. Η μορφή αρχείου εξόδου είναι JPEG, PDF, SVG κ.α. (*Visone*, n.d.)

Το **NetWorkX** έχει αναπτυχθεί σε γλώσσα προγραμματισμού Python και κυκλοφόρησε το 2004. Πρόκειται για ένα ανοιχτού κώδικα πακέτο λογισμικού οπτικοποίησης και ανάλυσης κοινωνικών δικτύων με σκοπό τη δημιουργία , το χειρισμό και τη μελέτη της δομής, της δυναμικής και των λειτουργιών πολύπλοκων δικτύων. Έχει την δυνατότητα να αναπαραστήσει πολυγραφήματα με κόμβους που μπορεί να είναι είτε εικόνες είτε κείμενο η XML εγγραφές. Υπολογίζονται στατιστικές και γίνεται 3D οπτικοποίηση σε κλασικά – τυχαία γραφήματα και τεχνητά δίκτυα. Η μορφή εισόδου και εξόδου είναι GML.

R. Η γλώσσα R αποτελείται από διάφορα εξέχοντα πακέτα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά για ανάλυση κοινωνικών δικτύων. Η ανάλυση κοινωνικών δικτύων με R μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί με το πακέτο igraph.

Βοηθά στην ανώδυνη εφαρμογή του SNA. Ιδιαίτερα αποδοτικό σε πολύ μεγάλα γραφήματα με εκατομμύρια κορυφές και ακμές. Η μορφή αρχείου εισόδου και εξόδου είναι .r, .rdata, .rds, .rda.(Jokar et al., 2016)

4.4 Συγκριτικός πίνακας εργαλείων

Ακολουθεί συγκριτικός πίνακας των εργαλείων που αναφέραμε σε σχέση με την γλώσσα την οποία υλοποιήθηκε, τη πλατφόρμα στην οποία λειτουργεί, το κόστος, τις δυνατότητες, εάν οπτικοποιούνται τα αποτελέσματά τους και τις μορφές αρχείων εισόδου και εξόδου.

Πίνακας 2 Συγκριτικός πίνακας εργαλείων

Εργαλείο	NodeXL	NetworKit	Pajek
Γλώσσα προγραμματισμού	C#	C++	C
Πλατφόρμα	Windows	Windows, macOS, Linux	Windows
Κόστος	Δωρεάν / Εμπορική έκδοση	Δωρεάν / Εμπορική έκδοση	Δωρεάν / Εμπορική έκδοση
Δυνατότητες ανάλυσης	Βασικές	Προχωρημένες	Προχωρημένες
Οπτικοποίηση	Ναι	Όχι	Ναι
Μορφές Αρχείων Εισόδου	GraphML, Excel, CSV, Pajek, UCINet, MatrixMarket	GraphML, GML, LEDA, SNAP, Pajek, UCINet, DIMACS, Edgelist, EdgePartition	Pajek, UCINet, GraphML, DL, EdgeList, Leda, GML, Netdraw, MatrixMarket, Mathematica, SVG, VRML

Μορφές Αρχείων Εξόδου	GraphML, Excel, CSV, Pajek, UCINet, MatrixMarket, GraphViz, GDF	GraphML, GML, LEDA, SNAP, Pajek, UCINet, DIMACS, Edgelist, EdgePartition, GEXF, VNA, TSV	Pajek, UCINet, GraphML, DL, EdgeList, Leda, GML, Netdraw, MatrixMarket, Mathematica, SVG, VRML, PDF, EPS
----------------------------------	---	---	--

Πίνακας 3 Συγκριτικός πίνακας εργαλείων (συνέχεια)

Εργαλείο	Statnet	Gephi	Jung
Γλώσσα προγραμματισμού	R	Java	Java
Πλατφόρμα	Windows, macOS, Linux	Windows, macOS, Linux	Windows, macOS, Linux
Κόστος	Δωρεάν	Δωρεάν	Δωρεάν
Δυνατότητες ανάλυσης	Προχωρημένες	Προχωρημένες	Προχωρημένες
Οπτικοποίηση	Ναι	Ναι	
Μορφές Αρχείων Εισόδου	Ergm, Network, EdgeList, DL, Ncol, Pajek, UCINet, GraphML	Gephi, GEXF, GDF, GraphML, CSV, Excel, UCINet, Pajek, GraphViz, Netdraw, VNA, PNet, TLP	GraphML, GML, DOT, CSV, Excel, TGF, Pajek, UCINet
Μορφές Αρχείων Εξόδου	Ergm, Network, EdgeList, DL, Ncol, Pajek, UCINet, GraphML, PNG	Gephi, GEXF, GDF, GraphML, CSV, Excel, UCINet, Pajek, GraphViz, Netdraw, VNA,	GraphML, GML, DOT, CSV, Excel, TGF, Pajek, UCINet

		PNet, TLP, SVG, PDF, PNG	
--	--	-----------------------------	--

Πίνακας 4 Συγκριτικός πίνακας εργαλείων (συνέχεια)

Εργαλείο	NetMiner	Visone	NetworkX
Γλώσσα προγραμματισμού	Java	Java	Python
Πλατφόρμα	Windows, macOS, Linux	Windows, macOS, Linux	Windows, macOS, Linux
Κόστος	Εμπορική έκδοση	Δωρεάν / Εμπορική έκδοση	Δωρεάν
Δυνατότητες ανάλυσης	Προχωρημένες	Προχωρημένες	Προχωρημένες
Οπτικοποίηση	Ναι	Ναι	Όχι
Μορφές Αρχείων Εισόδου	Excel, CSV, UCINet, Pajek, GML, GraphML, Edgelist, GDF, MatrixMarket	GraphML, GML, DOT, Excel, CSV, UCINet, Pajek, Netdraw, TGF, LGL, PNet, DL, Edgelist, MatrixMarket, LEDA	GraphML, GML, Pajek, LEDA, Edgelist, MultiEdgelist, AdjacencyList, MultiAdjacencyList, EdgeTuple
Μορφές Αρχείων Εξόδου	Excel, CSV, UCINet, Pajek, GML, GraphML, Edgelist, GDF, MatrixMarket, SVG, PNG, PDF, JPEG	GraphML, GML, DOT, Excel, CSV, UCINet, Pajek, Netdraw, TGF, LGL, PNet, DL, Edgelist,	edge list, adjacency list, GML, GEXF, GraphML, Pajek, LEDA, GIS Shapefiles, PNG, PDF, SVG, LaTeX

	MatrixMarket, LEDA, SVG, PNG, PDF, JPEG
--	---

Πίνακας 5 Συγκριτικός πίνακας εργαλείων (συνέχεια)

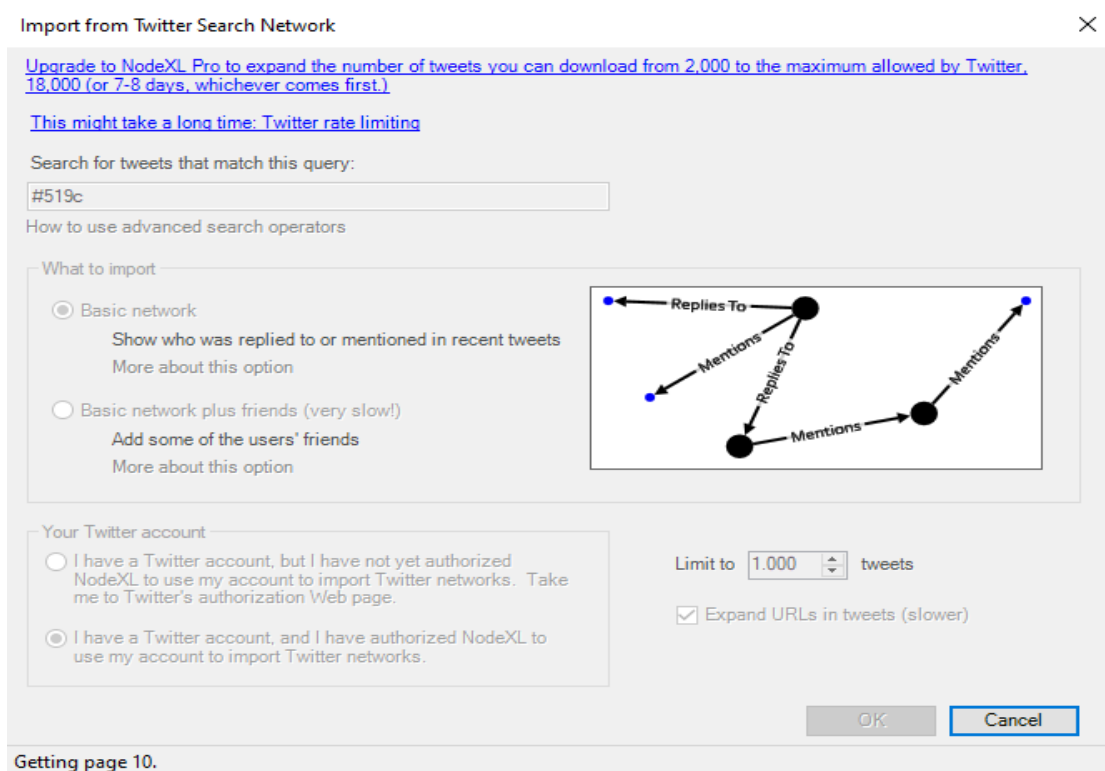
Εργαλείο	R
Γλώσσα προγραμματισμού	R
Πλατφόρμα	Windows, macOS, Linux
Κόστος	Δωρεάν
Δυνατότητες ανάλυσης	Προχωρημένες
Οπτικοποίηση	Όχι
Μορφές Αρχείων Εισόδου	GraphML, Pajek, UCINet, GML, EdgeList, Matrix, Incidence, AMat, DL, DIMACS, Graph, GEXF, GraphDB, Network, xnet
Μορφές Αρχείων Εξόδου	GraphML, Pajek, UCINet, GML, EdgeList, Matrix, Incidence, AMat, DL, DIMACS, Graph, GEXF, GraphDB, Network, xnet, PNG, PDF, SVG

5 Πρακτικό Μέρος

Στο Κεφάλαιο 5 θα προχωρήσουμε σε πρακτική εφαρμογή κάποιων μετρικών εργαλείων που αναφέραμε παραπάνω με σκοπό την εξαγωγή συμπεράσματος για τους χρήστες ενός διαδικτυακού κοινωνικού δικτύου. Η ανάλυση αφορά το κοινωνικό δίκτυο Twitter με χρήση του εργαλείου NodeXL. Στόχος της ανάλυσης αυτής είναι να βρεθούν οι 5 σημαντικότεροι χρήστες του δικτύου που βοηθούν στη μετάδοση της πληροφορίας. Η μεθοδολογία έχει ως εξής: Πρώτα θα βρεθούν οι 20 χρήστες με το μεγαλύτερο βαθμό κεντρικότητας ενδιαμεσότητας των κόμβων – χρηστών στο δίκτυο. Έπειτα, από τους 20 αυτούς χρήστες θα αναφέρουμε τους 5 χρήστες που συνδυάζουν τους μεγαλύτερους βαθμούς κεντρικότητας ενδιαμεσότητας και κεντρικότητας εγγύτητας. Αυτοί οι 5 χρήστες είναι οι χρήστες που ψάχνουμε καθώς αποτελούν συνδετικό κρίκο με περισσότερους κόμβους στο δίκτυο και βρίσκονται σε πιο κεντρική θέση.

Αρχικά γίνεται εγκατάσταση του Plug-In του NodeXL στο πρόγραμμα λογιστικών φύλων Microsoft Excel. Στη δική μας περίπτωση θα χρησιμοποιηθεί η δωρεάν έκδοση του NodeXL καθώς μας δίνει τη δυνατότητα να κάνουμε εξόρυξη δεδομένων από το Twitter χρησιμοποιώντας μία λέξη κλειδί και μέχρι και 5000 εγγραφές. Για την εξόρυξη δεδομένων θα χρησιμοποιηθεί η λέξη κλειδί **#519c**, όπου η δίεση (#) αποτελεί το hashtag που ευρέως χρησιμοποιείται στα διαδικτυακά κοινωνικά δίκτυα, ειδικά στο Twitter. Το 519c έχει να κάνει με λέξη κλειδί που αναφέρεται σε ένα θέμα της ελληνικής πολιτικής επικαιρότητας και συζητιέται έντονα αυτό το καιρό.

Γίνεται η εισαγωγή δεδομένων στο φύλλο εργασίας Excel με την επιλογή Import -> Import from Twitter Search Network στη καρτέλα του NodeXL, χρησιμοποιώντας τη λέξη κλειδί που αναφέραμε παραπάνω. Αυτή η διαδικασία φαίνεται στην Εικόνα 2.



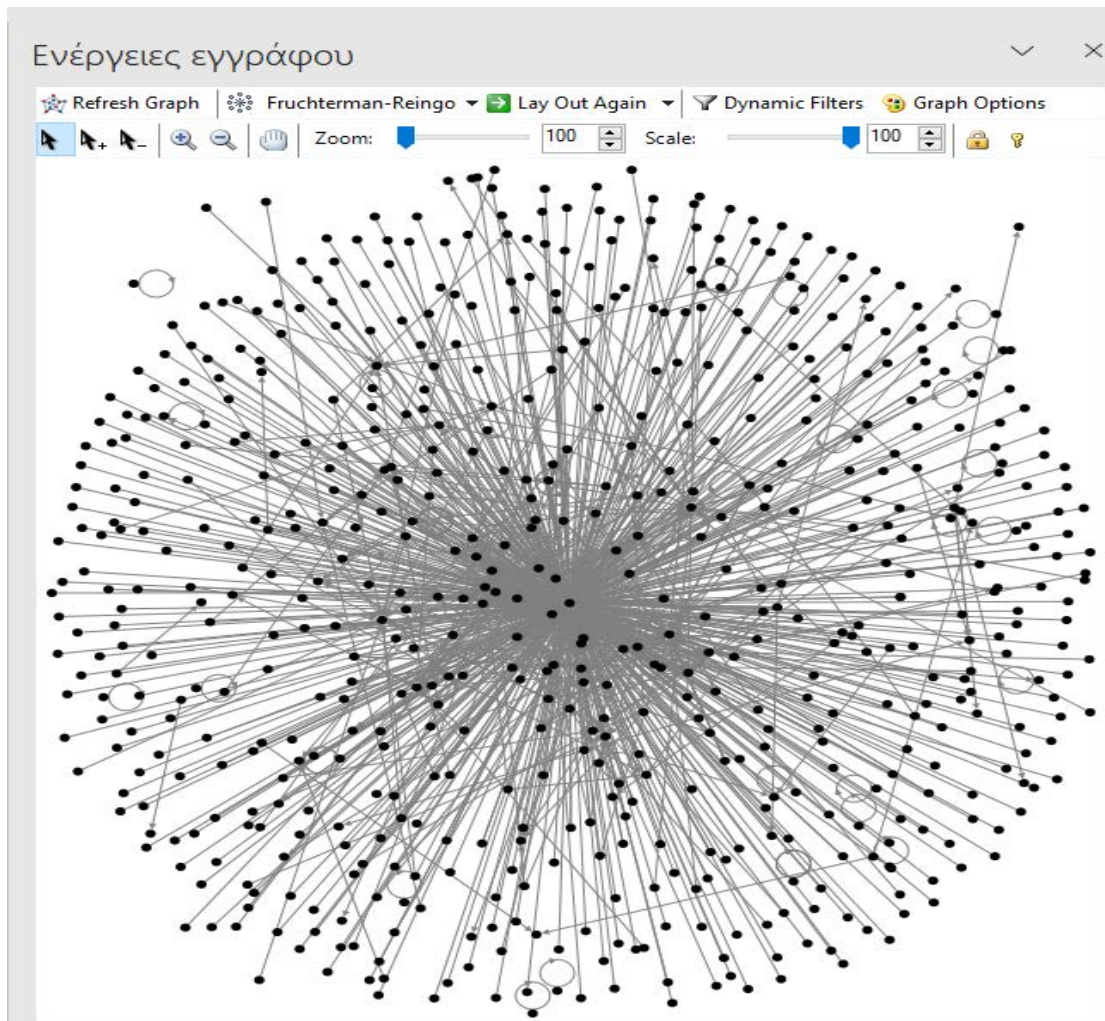
Εικόνα 2 Διαδικασία εξόρυξης δεδομένων από το Twitter

Από τη διαδικασία αυτή προκύπτει ένα κατευθυνόμενο γράφημα δικτύου το οποίο αποτελείται από 620 χρήστες, 1024 συνολικές ακμές (Total Edges), πυκνότητα (Graph Density) 0,002128824 και μέσο όρο γεωδαιτικής απόστασης (Average Geodisic Distance) 2,751177. Λεπτομέρειες αυτού φαίνονται στο παρακάτω πίνακα της Εικόνας 3.

Graph Metric	Value
Graph Type	Directed
Vertices	620
Unique Edges	768
Edges With Duplicates	256
Total Edges	1024
Self-Loops	85
Reciprocated Vertex Pair Ratio	0,002453988
Reciprocated Edge Ratio	0,004895961
Connected Components	24
Single-Vertex Connected Components	16
Maximum Vertices in a Connected Component	580
Maximum Edges in a Connected Component	982
Maximum Geodesic Distance (Diameter)	10
Average Geodesic Distance	2,751177
Graph Density	0,002128824
Modularity	Not Applicable
NodeXL Version	1.0.1.448

Εικόνα 3 Λεπτομέρειες γράφου δικτύου

Επίσης παρατηρείται ότι το γράφημα περιέχει 256 ακμές με διπλότυπα (Edges With Duplicates), δηλαδή ένας χρήστης απαντάει σε ένα άλλο χρήστη πολλές φορές με αποτέλεσμα να συνδέονται μεταξύ τους με παραπάνω από μία ακμές. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε εσφαλμένα αποτελέσματα της ανάλυσης και γι' αυτό αυτές οι εγγραφές θα φιλτραριστούν στη συνέχεια. Το γράφημα στην Εικόνα 4 ,όπως παρατηρείται δεν έχει σαφή απεικόνιση των χρηστών του δικτύου καθώς οι κόμβοι και οι ακμές επικαλύπτονται και δεν μπορεί να μας οδηγήσει σε ακριβή συμπεράσματα. Χρειάζεται λοιπόν να γίνει μια διαδικασία διαγραφής των διπλότυπων εγγραφών με την εφαρμογή της επιλογής Prepare Data -> Count and merge duplicate edges. Εφαρμόζοντάς το αυτό έχουμε ένα ξεκάθαρο διάγραμμα όπου θα βοηθήσει στον εντοπισμό των πιο σημαντικών χρηστών στο δίκτυο.

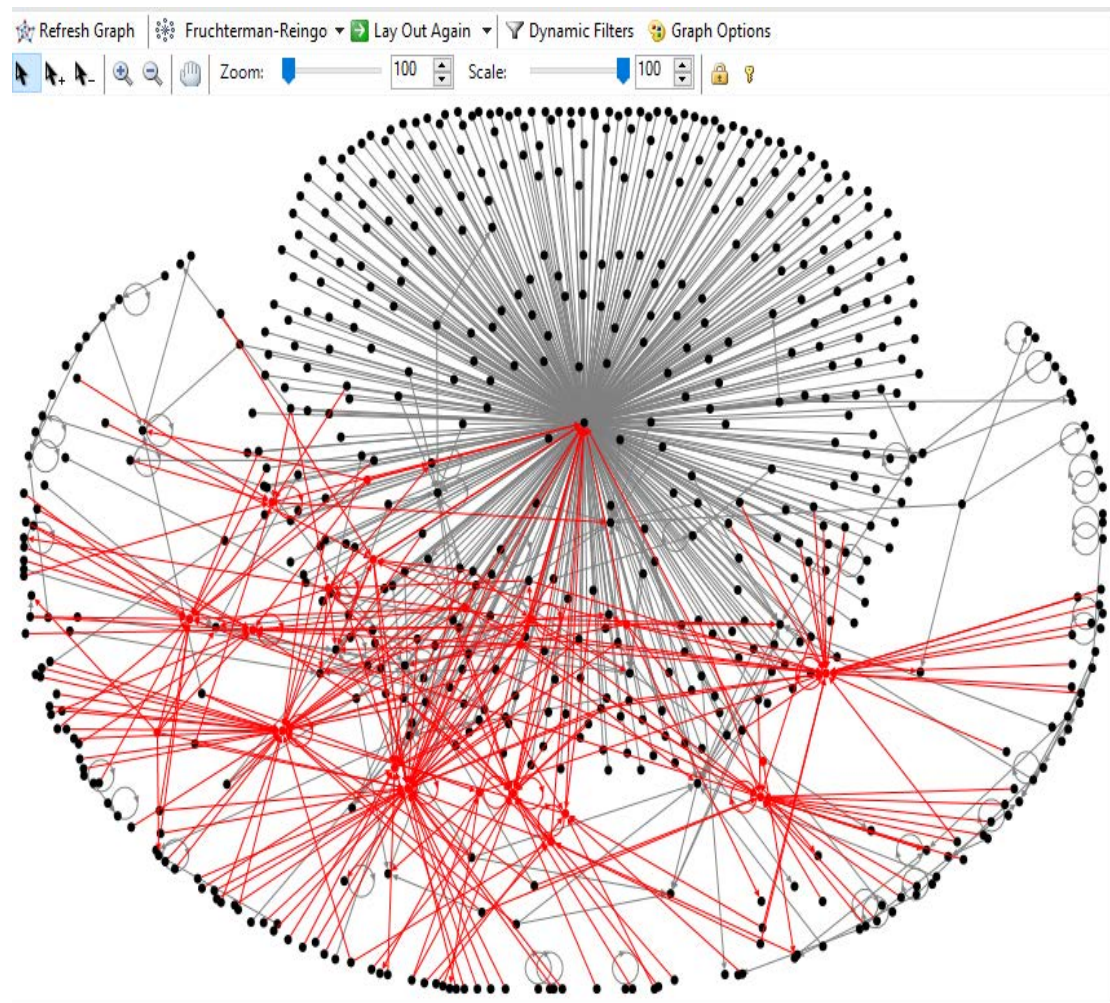


Εικόνα 4 Γράφημα δικτύου

Στην Εικόνα 5 φαίνεται το διάγραμμα που προκύπτει και με κόκκινο χρώμα οι χρήστες που έχουν κομβικό ρόλο στη μετάδοση της πληροφορίας και τη σύνδεση του δικτύου με άλλα υποδίκτυα. Βλέπουμε λοιπόν ότι πλέον το γράφημα μας δίνει πολύ πιο ξεκάθαρη εικόνα σχετικά με το ρόλο των χρηστών στο δίκτυο. Όμως για να βγάλουμε ακριβή συμπεράσματα, η οπτικοποίηση μόνο δεν αρκεί. Στη συγκεκριμένη περίπτωση η πληροφορία (είδηση) προήλθε από το χρήστη kostasvaxenaris ο οποίος βρίσκεται στο κέντρο του γραφήματος και είναι λογικό να είναι ο χρήστης με το μεγαλύτερο ρόλο στο συγκεκριμένο δίκτυο.

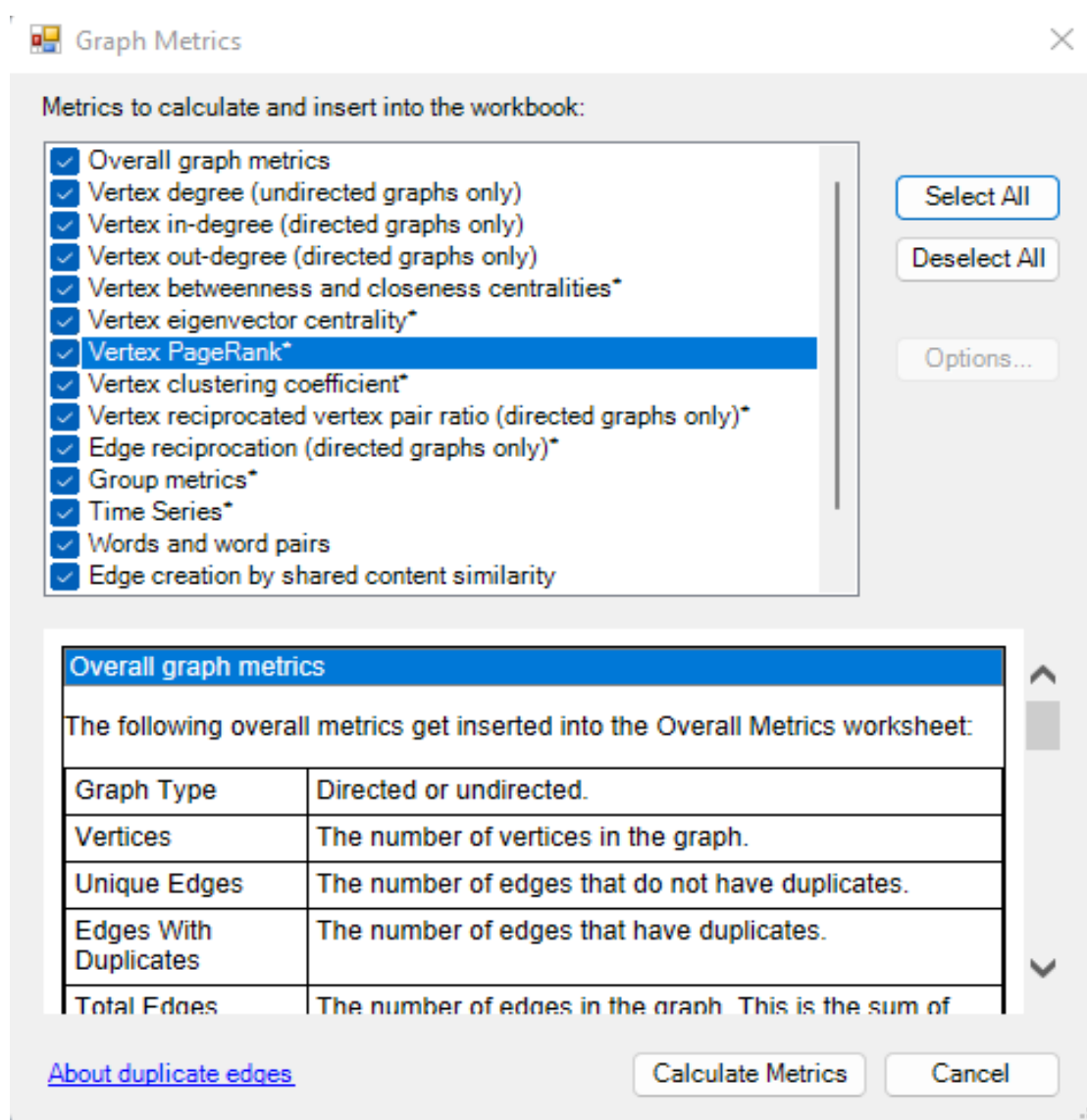
Το ζητούμενο είναι να βρούμε πρώτα τους 20 κόμβους οι οποίοι επικοινωνούν με το μεγαλύτερο αριθμό άλλων κόμβων, οπότε ο συγκεκριμένος χρήστης δε θα ληφθεί υπόψιν στις μετρήσεις οι οποίες θα γίνουν. Η πιο διαδεδομένη μέθοδος για τον εντοπισμό αυτών των χρηστών είναι να συγκρίνουμε τις τιμές κεντρικότητας

ενδιαμεσότητας (betweenness centrality) οι οποίες δηλώνουν το πόσο σημαντική θεωρείται η θέση του κόμβου στο δίκτυο. Όσο μεγαλύτερο το νούμερο αυτό, τόσο μεγαλύτερος ο ρόλος του κόμβου ως συνδετικός κρίκος με άλλους κόμβους του δικτύου για τη μετάδοση του μηνύματος.



Εικόνα 5 Γράφημα δικτύου μετά το φιλτράρισμα διπλών εγγραφών

Με την επιλογή Graph Metrics στη καρτέλα του NodeXL καθορίζουμε ποιά αποτελέσματα ακριβώς θέλουμε έτσι ώστε να τα συμπεριλάβει στο φύλλο εργασίας Excel και στη συνέχεια πατάμε Calculate Metrics (Εικόνα 6)



Εικόνα 6 Επιλογή μετρικών στο NodeXL

Τα αποτελέσματα πλέον αναγράφονται στο φύλλο εργασίας και μετά από ταξινόμησή τους με βάση το βαθμό κεντρικότητας ενδιαμεσότητας από το μεγαλύτερο στο μικρότερο και προκύπτει ο πίνακας με τους 20 πρώτους. Στο παρακάτω πίνακα (Πίνακας 6) αναφέρονται τα ονόματα των χρηστών, ο βαθμός κεντρικότητας ενδιαμεσότητας, ο βαθμός κεντρικότητας εγγύτητας και ο αριθμός ακολούθων που έχει ο κάθε ένας.

Πίνακας 6 Αποτελέσματα ταξινομημένα βάση βαθμού κεντρικότητας ενδιαμεσότητας

ΟΝΟΜΑ ΧΡΗΣΤΗ	ΚΕΝΤΡΙΚΟΤΗΤΑ ΕΝΔΙΑΜΕΣΟΤΗΤΑΣ	ΚΕΝΤΡΙΚΟΤΗΤΑ ΕΓΓΥΤΗΤΑΣ	ΑΚΟΛΟΥΘΟΙ
aretiathanasiu	21184.735	0.0006050	21495
kzxxdnfpdswcpg0	19717.757	0.0005980	749
antirix1980	14375.770	0.0005780	2196
marka2_	11943.887	0.0005830	20613
kyria_katy	8725.636	0.0005780	7178
mb_undertaker	7801.910	0.0005620	158
johnpscorpion	7725.699	0.0007600	219
jokers_mama	6977.250	0.0007920	1754
htalenep	5988.961	0.0007610	52
dranis_art	5844.854	0.0007550	1271
antixasia	5830.846	0.0007700	3037
1rkk4fqalhbkbmz	5520.022	0.0007420	770
denia5864	5205.670	0.0007610	715

ysak_70	4790.608	0.0007390	821
leni38489877	4600.000	0.0007140	362
dirtyfrank1969	4120.357	0.0007300	1391
vavelllll	4101.913	0.0007680	1060
vasillis_zen	3774.244	0.0007350	3201
eiyun0	3764.740	0.0004680	752
sacco_69	3727.887	0.0007650	1388

Οι 20 αυτοί χρήστες λοιπόν έχουν το μεγαλύτερη βαθμό κεντρικότητας ενδιαμεσότητας στο δίκτυο. Επόμενο βήμα είναι να γίνει η ταξινόμηση αυτών των χρηστών βάση του συνδιασμού κεντρικότητας ενδιαμεσότητας και κεντρικότητας εγγύτητας. Από το μεγαλύτερο στο μικρότερο. Τη διαδικασία αυτή τη βλέπουμε στην εικόνα 6.

Vertex	Betweenness Centrality	Closeness Centrality	Followers
jokers_mama	6977,2500	0,000792	1754
antixasia	5830,8457	0,000770	3037
vavelllll	4101,9129	0,000768	1060
sacco_69			1388
htalenep			52
denia5864			715
johnpscorpion			219
dranis_art			1271
1rkk4fqalhbkmz			770
ysak_70			821
vasillis_zen			3201
dirtyfrank1969			1391
leni38489877	4600,0000	0,000714	362
aretiathanasiu	21184,7349	0,000605	21495
kzxxdnfpdswcpg0	19717,7573	0,000598	749
marka2	11943,8875	0,000583	20613
antirix1980	14375,7696	0,000578	2196
kyria_katy	8725,6359	0,000578	7178
mb_undertaker	7801,9100	0,000562	158
eiyun0	3764,7404	0,000468	752

Εικόνα 7 Ταξινόμηση αποτελεσμάτων

Μετά από αυτή τη διαδικασία, προκύπτει ο πίνακας (πίνακας 7) με τους 5 χρήστες του δικτύου που ζητάμε.

Πίνακας 7 Οι πέντε πιο σημαντικοί χρήστες στο δίκτυο

ΟΝΟΜΑ ΧΡΗΣΤΗ	ΚΕΝΤΡΙΚΟΤΗΤΑ ΕΝΔΙΑΜΕΣΟΤΗΤΑΣ	ΚΕΝΤΡΙΚΟΤΗΤΑ ΕΓΓΥΤΗΤΑΣ	ΑΚΟΛΟΥΘΟΙ
jokers_mama	6977,2500	0,000792	1754
antixasia	5830,8457	0,000770	3037
vavelllll	4101,9129	0,000768	1060
sacco_69	3727,8874	0,000765	1388
htalenep	5988,9612	0,000761	52

Αυτοί οι χρήστες λοιπόν αποτελούν τους σημαντικότερους χρήστες του δικτύου όσον αφορά τη μετάδοση της είδησης, καθώς έχουν τις περισσότερες και πιο άμεσες συνδέσεις με άλλους χρήστες στο δίκτυο. Με αυτά τα στοιχεία , θα μπορούσαμε να πούμε ότι οι χρήστες αυτοί ασκούν μεγαλύτερη επιρροή από τους άλλους στο δίκτυο και το μήνυμά τους φτάνει σε περισσότερους δέκτες. Η πληροφορία αυτή μας βοηθάει στο να κατανοήσουμε επίσης τη συνολική δομή του δικτύου και το τρόπο με τον οποίο αλληλεπιδρούν οι χρήστες μεταξύ τους. Επίσης μπορεί να χρησιμεύσει και σε κάποιου είδους στρατηγικής προσέγγισης στο μέλλον για την βελτιστοποίηση του εύρους διάδοσης ενός μηνύματος ή πληροφορίας, χρησιμοποιώντας τη βαρύτητα του ρόλου των χρηστών αυτών.

6 Συμπεράσματα

Η δημοτικότητα και η ευκολία χρήσης των υπηρεσιών κοινωνικής δικτύωσης έχουν ενθουσιάσει τα ιδρύματα με τις δυνατότητές τους σε διάφορους τομείς. Ωστόσο, η αποτελεσματική χρήση των υπηρεσιών κοινωνικής δικτύωσης θέτει μια σειρά από προκλήσεις για τα ιδρύματα, όπως η μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα των υπηρεσιών, οι ανησυχίες των χρηστών σχετικά με τη χρήση των κοινωνικών εργαλείων στο πλαίσιο της εργασίας ή των σπουδών, διάφορα τεχνικά και νομικά ζητήματα, όπως τα πνευματικά δικαιώματα, η προστασία της ιδιωτικής ζωής, η προσβασιμότητα κ.λπ. Τα ιδρύματα καλό θα ήταν να εξετάσουν προσεκτικά τις επιπτώσεις πριν προωθήσουν τη σημαντική χρήση τέτοιων υπηρεσιών. Η σαφής κατανόηση των δομικών ιδιοτήτων ενός εγκληματικού δικτύου μπορεί να βοηθήσει τους αναλυτές να στοχεύσουν κρίσιμα μέλη του δικτύου για απομάκρυνση ή επιτήρηση και να εντοπίσουν τα τρωτά σημεία του δικτύου, όπου οι διασπαστικές ενέργειες μπορούν να είναι αποτελεσματικές. Συνεπώς, απαιτούνται κατάλληλες τεχνικές ανάλυσης δικτύων για την εξόρυξη εγκληματικών δικτύων και την κατανόηση αυτών των προβλημάτων. Η ανάλυση κοινωνικών δικτύων (SNA) γίνεται ένα σημαντικό εργαλείο για τους ερευνητές, αλλά όλες οι απαραίτητες πληροφορίες είναι συχνά κατανεμημένες σε διάφορους διακομιστές ιστού. Για την ανάλυση αυτή υπάρχουν διάφορα εργαλεία που διανέμονται είτε δωρεάν είτε επί πληρωμή και μας δίνουν τη δυνατότητα να εξάγουμε και να επεξεργαστούμε δεδομένα από τα κοινωνικά δίκτυα χρηστών. Το κάθε εργαλείο διαφέρει στο τρόπο απεικόνισης του δικτύου αυτού, με γραφήματα, καταχωρήσεις σε σελίδες εργασίας Excel ή και τα δύο και δέχεται αρχεία εισόδου διαφορετικής μορφής. Τα εργαλεία αυτά ως επί το πλείστον χρησιμοποιούν τις μετρικές που αναφέραμε για να εξάγουμε τα συμπεράσματά μας από τα αποτελέσματα των μετρήσεων.

7 Βιβλιογραφία

- Adamic, L., & Adar, E. (2005). How to search a social network. *Social Networks*, 27(3), 187–203. <https://doi.org/10.1016/j.socnet.2005.01.007>
- Agarwal, R., Gupta, A., & Kraut, R. (2008). Editorial Overview—The Interplay Between Digital and Social Networks. *Information Systems Research*, 19, 243–252. <https://doi.org/10.1287/isre.1080.0200>
- Aggarwal, C. C. (2011). An Introduction to Social Network Data Analytics. In C. C. Aggarwal (Ed.), *Social Network Data Analytics* (pp. 1–15). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8462-3_1
- Akhtar, N., & Ahamad, M. (2021). *Graph Tools for Social Network Analysis* (pp. 485–500). <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-7297-9.ch025>
- Armstrong, H., McCulloh, I., & Johnson, A. (2013). *Social Network Analysis with Applications*. John Wiley & Sons.
- Baethge, C., Klier, J., & Klier, M. (2016). Social commerce—State-of-the-art and future research directions. *Electronic Markets*, 26(3), 269–290. <https://doi.org/10.1007/s12525-016-0225-2>
- Beer, D. D. (2008). Social network(ing) sites...revisiting the story so far: A response to danah boyd & Nicole Ellison. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 13(2), 516–529. <https://doi.org/10.1111/j.1083-6101.2008.00408.x>
- Belk, R. W. (2013). Extended Self in a Digital World. *Journal of Consumer Research*, 40(3), 477–500. <https://doi.org/10.1086/671052>
- Benevenuto, F., Rodrigues, T., Cha, M., & Almeida, V. (2009). Characterizing user behavior in online social networks. *Proceedings of the 9th ACM SIGCOMM*

- Conference on Internet Measurement*, 49–62.
<https://doi.org/10.1145/1644893.1644900>
- Bernoff, J., & Li, C. (2010). Harnessing the Power of the Oh-So-Social Web. *IEEE Engineering Management Review*, 38, 8–15.
<https://doi.org/10.1109/EMR.2010.5559138>
- Boccaletti, S., Bianconi, G., Criado, R., del Genio, C. I., Gómez-Gardeñes, J., Romance, M., Sendiña-Nadal, I., Wang, Z., & Zanin, M. (2014). The structure and dynamics of multilayer networks. *Physics Reports*, 544(1), 1–122.
<https://doi.org/10.1016/j.physrep.2014.07.001>
- Bolaño, C. R. S., & Vieira, E. S. (2015). The Political Economy of the Internet: Social Networking Sites and a Reply to Fuchs. *Television & New Media*, 16(1), 52–61. <https://doi.org/10.1177/1527476414527137>
- Bonacich, P. (1972). Factoring and weighting approaches to status scores and clique identification. *The Journal of Mathematical Sociology*, 2(1), 113–120.
<https://doi.org/10.1080/0022250X.1972.9989806>
- Bonchi, F., Castillo, C., Gionis, A., & Jaimes, A. (2011). Social Network Analysis and Mining for Business Applications. *ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology*, 2(3), 22:1-22:37.
<https://doi.org/10.1145/1961189.1961194>
- Borgatti, S., & Li, X. (2009). On Social Network Analysis in a Supply Chain Context. *Journal of Supply Chain Management*, 45, 5–22.
<https://doi.org/10.1111/j.1745-493X.2009.03166.x>
- boyd, danah, & Ellison, N. (2007). Social Network Sites: Definition, History, and Scholarship. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 13.
<https://doi.org/10.1109/EMR.2010.5559139>

- Boyd, D. M., & Ellison, N. B. (2010). Social network sites: Definition, history, and scholarship. *IEEE Engineering Management Review*, 38(3), 16–31.
<https://doi.org/10.1109/EMR.2010.5559139>
- Cao, J. (2015). *How Small Start-ups Evolved to be Global Companies*.
- Cheung, C. M. K., & Lee, M. K. O. (2010). A theoretical model of intentional social action in online social networks. *Decision Support Systems*, 49(1), 24–30.
<https://doi.org/10.1016/j.dss.2009.12.006>
- Clauset, A., Shalizi, C. R., & Newman, M. E. J. (2009). Power-law distributions in empirical data. *SIAM Review*, 51(4), 661–703.
<https://doi.org/10.1137/070710111>
- Correa, C. D., & Ma, K.-L. (2011). Visualizing Social Networks. In C. C. Aggarwal (Ed.), *Social Network Data Analytics* (pp. 307–326). Springer US.
https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8462-3_11
- Dennis, J. W., Gillespie, M., & O’Loughlin, B. (2015). Tweeting the Olympics: Towards a methodological framework for Big Data analysis of audience engagement during global media events. *Participations: Journal of Audience & Reception Studies*, 12(1), 438–469.
- Desai, D. (2021). Role of Privacy Concern and Control to Build Trust in Personalized Social Networking Sites. In A. Sheth, A. Sinhal, A. Shrivastava, & A. K. Pandey (Eds.), *Intelligent Systems* (pp. 91–100). Springer.
https://doi.org/10.1007/978-981-16-2248-9_10
- Donath, J., & boyd, danah. (2004). Public Displays of Connection. *Bt Technology Journal - BT TECHNOL J*, 22, 71–82.
<https://doi.org/10.1023/B:BTTJ.0000047585.06264.cc>

- Dunne, C., & Shneiderman, B. (2009). *Improving Graph Drawing Readability by Incorporating Readability Metrics: A Software Tool for Network Analysts*.
<https://www.semanticscholar.org/paper/Improving-Graph-Drawing-Readability-by-Readability-Dunne-Shneiderman/0bb9970451b77bfb84dc7b1467ada41c0941679f>
- Dzedzickis, A., Kaklauskas, A., & Bučinskas, V. (2020). Human Emotion Recognition: Review of Sensors and Methods. *Sensors*, 20, 592.
<https://doi.org/10.3390/s20030592>
- Elbagir, S., & Yang, J. (2019). Twitter Sentiment Analysis Using Natural Language Toolkit and VADER Sentiment. *Hong Kong*.
- Erkan, I., & Evans, C. (2016). The influence of eWOM in social media on consumers' purchase intentions: An extended approach to information adoption. *Computers in Human Behavior*, 61, 47–55.
<https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.03.003>
- Faraj, S., Jarvenpaa, S. L., & Majchrzak, A. (2011). Knowledge Collaboration in Online Communities. *Organization Science*, 22(5), 1224–1239.
<https://doi.org/10.1287/orsc.1100.0614>
- Fjell, K., Foros, Ø., & Steen, F. (2010). *The economics of social networks: The winner takes it all?* [Working paper]. SNF. <https://openaccess.nhh.no/nhh-xmlui/handle/11250/166332>
- Fjelland, R. (2020). Why general artificial intelligence will not be realized. *Humanities and Social Sciences Communications*, 7(1), Article 1.
<https://doi.org/10.1057/s41599-020-0494-4>
- Freeman, L. C. (1978). Centrality in social networks conceptual clarification. *Social Networks*, 1(3), 215–239. [https://doi.org/10.1016/0378-8733\(78\)90021-7](https://doi.org/10.1016/0378-8733(78)90021-7)

- Fuchs, C. (2011). Web 2.0, Prosumption, and Surveillance. *Surveillance & Society*, 8(3), 288–309. <https://doi.org/10.24908/ss.v8i3.4165>
- Gandomi, A., & Haider, M. (2015). Beyond the hype: Big data concepts, methods, and analytics. *International Journal of Information Management*, 35, 137–144. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2014.10.007>
- Gao, H., & Liu, H. (2014). *Data Analysis on Location-Based Social Networks* (pp. 165–194). https://doi.org/10.1007/978-1-4614-8579-7_8
- Garcia, D., Mavrodiev, P., & Schweitzer, F. (2013). Social Resilience in Online Communities: The Autopsy of Friendster. *COSN 2013 - Proceedings of the 2013 Conference on Online Social Networks*. <https://doi.org/10.1145/2512938.2512946>
- Giglietto, F., Rossi, L., & Bennato, D. (2012). The Open Laboratory: Limits and Possibilities of Using Facebook, Twitter, and YouTube as a Research Data Source. *Journal of Technology in Human Services*, 30, 145–159. <https://doi.org/10.1080/15228835.2012.743797>
- Gneiser, M., Heidemann, J., Klier, M., Landherr, A., & Probst, F. (2012). Valuation of online social networks taking into account users' interconnectedness. *Information Systems and E-Business Management*, 10(1), 61–84. <https://doi.org/10.1007/s10257-010-0153-1>
- Golbeck, J. (2015). Analyzing networks. In *Introduction to Social Media Investigation* (pp. 221–235). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801656-5.00021-4>
- Hampton, K., Goulet, L. S., & Purcell, K. (2011, June 16). Social networking sites and our lives. *Pew Research Center: Internet, Science & Tech.*

<https://www.pewresearch.org/internet/2011/06/16/social-networking-sites-and-our-lives/>

Hansen, D., Shneiderman, B., & Smith, M. A. (2010). *Analyzing Social Media Networks with NodeXL: Insights from a Connected World*. Morgan Kaufmann.

Haythornthwaite, C. (2005). Social networks and Internet connectivity effects. *Information, Communication & Society*, 8(2), 125–147.

<https://doi.org/10.1080/13691180500146185>

Heidemann, J., Klier, M., & Probst, F. (2010). “*Identifying Key Users in Online Social Networks: A PageRank Based Approach*,”. 79.

Heidemann, J., Klier, M., & Probst, F. (2012). Online social networks: A survey of a global phenomenon. *Computer Networks*, 56(18), 3866–3878.

<https://doi.org/10.1016/j.comnet.2012.08.009>

Howard, B. (2008). Analyzing online social networks. *Communications of the ACM*, 51(11), 14–16. <https://doi.org/10.1145/1400214.1400220>

Jacob, A., & Teuteberg, F. (2020). Towards a Taxonomy for Design Options of Social Networking Technologies in Sustainable Business Models. *Sustainability*, 13, 81. <https://doi.org/10.3390/su13010081>

Jokar, N., Honarvar, A. R., Esfandiari, K., & Aghamirzadeh, S. (2016). The review of social networks analysis tools. *Bulletin de La Société Royale Des Sciences de Liège*, 329–339. <https://doi.org/10.25518/0037-9565.5380>

JUNG - Java Universal Network/Graph Framework. (n.d.). Retrieved 22 February 2023, from <https://jung.sourceforge.net/>

Kaisler, S., Armour, F., Espinosa, J. A., & Money, W. (2013). Big Data: Issues and Challenges Moving Forward. *2013 46th Hawaii International Conference on System Sciences*, 995–1004. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2013.645>

- Kane, G. C., Alavi, M., Labianca, G., & Borgatti, S. P. (2014). What's different about social media networks? A framework and research agenda. *MIS Quarterly*, 38(1), 275–304.
- Kaplan, A., & Haenlein, M. (2018). Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence. *Business Horizons*, 62.
<https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.08.004>
- Kaushik, R., Apoorva Chandra, S., Mallya, D., Chaitanya, J. N. V. K., & Kamath, S. S. (2016). Sociopedia: An Interactive System for Event Detection and Trend Analysis for Twitter Data. In A. Nagar, D. P. Mohapatra, & N. Chaki (Eds.), *Proceedings of 3rd International Conference on Advanced Computing, Networking and Informatics* (pp. 63–70). Springer India.
https://doi.org/10.1007/978-81-322-2529-4_6
- Kleinberg, J. M. (2000). Navigation in a small world. *Nature*, 406(6798), Article 6798. <https://doi.org/10.1038/35022643>
- Klier, M., Heidemann, J., Gneiser, M., & Weiß, C. (2009). *Valuation of online social networks—An economic model and its application using the case of Xing.com*. 1879–1890.
- Koelstra, S., Mühl, C., Soleymani, M., Lee, J.-S., Yazdani, A., Ebrahimi, T., Pun, T., Nijholt, A., & Patras, I. (2011). DEAP: A Database for Emotion Analysis Using Physiological Signals. *IEEE Transactions on Affective Computing*, 3, 18–31. <https://doi.org/10.1109/T-AFFC.2011.15>
- Kolaczyk, E. D., & Csárdi, G. (2020). *Statistical Analysis of Network Data with R*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-44129-6>

- Kolbitsch, J., & Maurer, H. (2006). The Transformation of the Web: How Emerging Communities Shape the Information We Consume. *Journal of Universal Computer Science*, 12, 187.
- Krasnova, H., Koroleva, K., & Veltri, N. (2010). *Investigation of the network construction behavior on social networking sites*. 182.
- Kwak, H., Lee, C., Park, H., & Moon, S. (2010). What is Twitter, a social network or a news media? *Proceedings of the 19th International Conference on World Wide Web*, 591–600. <https://doi.org/10.1145/1772690.1772751>
- Leimeister, J. M., Sidiras, P., & Krcmar, H. (2004, January 1). *Success Factors of Virtual Communities from the Perspective of Members and Operators: An Empirical Study*. Proceedings of the 37th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'04).
<https://doi.org/10.1109/HICSS.2004.1265459>
- Liu, Y., & Ying, X. (2010). *A Review of Social Network Sites: Definition, Experience and Applications*.
- Lü, L., Chen, D., Ren, X.-L., Zhang, Q.-M., Zhang, Y.-C., & Zhou, T. (2016). Vital nodes identification in complex networks. *Physics Reports*, 650, 1–63.
<https://doi.org/10.1016/j.physrep.2016.06.007>
- McIntyre, K. (2014). The Evolution of Social Media from 1969 to 2013: A Change in Competition and a Trend Toward Complementary, Niche Sites. *The Journal of Social Media in Society*.
https://www.academia.edu/39343022/The_Evolution_of_Social_Media_from_1969_to_2013_A_Change_in_Competition_and_a_Trend_Toward_Complementary_Niche_Sites

- Michail, D., Kinable, J., Naveh, B., & Sichi, J. (2019). *JGraphT -- A Java library for graph data structures and algorithms*.
- Moore, M.-L., & Westley, F. (2011). Surmountable Chasms: Networks and Social Innovation for Resilient Systems. *Ecology and Society*, 16(1).
<https://www.jstor.org/stable/26268826>
- Mrvar, A., & Batagelj, V. (2016). Analysis and visualization of large networks with program package Pajek. *Complex Adaptive Systems Modeling*, 4.
<https://doi.org/10.1186/s40294-016-0017-8>
- NetMiner—Social Network Analysis Software*. (n.d.). Retrieved 28 May 2023, from <http://www.netminer.com/product/overview.do>
- Newman, M., Barabási, A.-L., & Watts, D. J. (2011). The Structure and Dynamics of Networks. In *The Structure and Dynamics of Networks*. Princeton University Press. <https://doi.org/10.1515/9781400841356>
- Newman, M. E. J. (2003). The structure and function of complex networks. *SIAM Review*, 45(2), 167–256. <https://doi.org/10.1137/S003614450342480>
- Oh, S., & Syn, S. Y. (2015). Motivations for sharing information and social support in social media: A comparative analysis of Facebook, Twitter, Delicious, YouTube, and Flickr: Motivations for Sharing Information and Social Support in Social Media: A Comparative Analysis of Facebook, Twitter, Delicious, YouTube, and Flickr. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 66. <https://doi.org/10.1002/asi.23320>
- Oliver, R. L. (2014). *Satisfaction: A Behavioral Perspective on the Consumer: A Behavioral Perspective on the Consumer*. Routledge.

- Olshannikova, E., Ometov, A., Koucheryavy, Y., & Olsson, T. (2015). Visualizing Big Data with augmented and virtual reality: Challenges and research agenda. *Journal of Big Data*, 2(1), 22. <https://doi.org/10.1186/s40537-015-0031-2>
- Parks, M. R. (2017). *Personal Relationships and Personal Networks*. Routledge.
- Phadke, A. G., & Thorp, J. S. (2009). *Computer Relaying for Power Systems*. John Wiley & Sons.
- Probst, F. (2015). *Customer Relationship Management in a Digitally Connected World*.
- Raacke, J., & Bonds-Raacke, J. (2008). MySpace and Facebook: Applying the uses and gratifications theory to exploring friend-networking sites. *CyberPsychology & Behavior*, 11, 169–174. <https://doi.org/10.1089/cpb.2007.0056>
- Richter, D., Riemer, K., & vom Brocke, J. (2011). Internet Social Networking. *WIRTSCHAFTSINFORMATIK*, 53(2), 89–103. <https://doi.org/10.1007/s11576-011-0265-3>
- Sajithra K, & Rajindra Patil. (2013). Social Media – History and Components. *IOSR Journal of Business and Management*, 7(1), 69–74. <https://doi.org/10.9790/487X-0716974>
- Schneider, F., Feldmann, A., Krishnamurthy, B., & Willinger, W. (2009). Understanding online social network usage from a network perspective. *Proceedings of the 9th ACM SIGCOMM Conference on Internet Measurement*, 35–48. <https://doi.org/10.1145/1644893.1644899>
- Sena, J., & Sena, M. (2008). Corporate social networking. *Issues Inform. Systems*, 9, 227–231.

- Sheldon, P. (2012). Profiling the non-users: Examination of life-position indicators, sensation seeking, shyness, and loneliness among users and non-users of social network sites. *Computers in Human Behavior*, 28, 1960–1965.
<https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.05.016>
- Shirky, C. (2011). The Political Power of Social Media: Technology, the Public Sphere, and Political Change. *Foreign Affairs*, 90(1), 28–41.
- Siganos, G., Tauro, S., & Faloutsos, M. (2005). Jellyfish: A conceptual model for the AS internet topology. *Journal of Communications and Networks - JCN*, 8.
<https://doi.org/10.1109/JCN.2006.6182774>
- Snapshot*. (n.d.). Retrieved 29 May 2023, from
https://en.wikipedia.org/wiki/Erd%C5%91s%E2%80%93R%C3%A9nyi_model
- Staudt, C., Sazonovs, A., & Meyerhenke, H. (2014). NetworKit: An Interactive Tool Suite for High-Performance Network Analysis. *Arxiv.Org*.
- Valck, K., Bruggen, G., & Wierenga, B. (2009). Virtual Communities: A Marketing Perspective. *Decision Support Systems*, 47, 185–203.
<https://doi.org/10.1016/j.dss.2009.02.008>
- Vashisht, P., & Gupta, V. (2015). *Big data analytics techniques: A survey*. 264–269.
<https://doi.org/10.1109/ICGCIoT.2015.7380470>
- Visone*. (n.d.). Retrieved 28 May 2023, from <https://visone.ethz.ch/html/about.html>
- Wasserman, S., & Faust, K. (1994). *Social network analysis: Methods and applications* (pp. xxxi, 825). Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/CBO9780511815478>

- Wen, C., Tan, B., & Chang, K. (2009). *Advertising Effectiveness on Social Network Sites: An Investigation of Tie Strength, Endorser Expertise and Product Type on Consumer Purchase Intention*. 151.
- Wilson, R. E., Gosling, S. D., & Graham, L. T. (2012). A Review of Facebook Research in the Social Sciences. *Perspectives on Psychological Science*, 7(3), 203–220. <https://doi.org/10.1177/1745691612442904>
- Wirtz, B., Schilke, O., & Ullrich, S. (2010). Strategic Development of Business Models: Implications of the Web 2.0 for Creating Value on the Internet. *Long Range Planning*, 43, 272–290. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2010.01.005>
- Xiang, R., Neville, J., & Rogati, M. (2010). Modeling relationship strength in online social networks. *Proceedings of the 19th International Conference on World Wide Web*, 981–990. <https://doi.org/10.1145/1772690.1772790>
- Xiang, Z., & Gretzel, U. (2010). Role of social media in online travel information search. *Tourism Management*, 31(2), 179–188. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2009.02.016>
- Xu, Y., Lu, X., Goh, K.-Y., Jiang, Z., & Zhu, X. (2009). *The Impact of Online Social Network on Consumer Loyalty: An Empirical Study of an Online Dining Community*. 17.
- Yang, J., & Leskovec, J. (2015). Defining and evaluating network communities based on ground-truth. *Knowledge and Information Systems*, 42(1), 181–213. <https://doi.org/10.1007/s10115-013-0693-z>
- Yu, B., Chen, M., & Kwok, L. (2011). Toward Predicting Popularity of Social Marketing Messages. In J. Salerno, S. J. Yang, D. Nau, & S.-K. Chai (Eds.), *Social Computing, Behavioral-Cultural Modeling and Prediction* (pp. 317–324). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-19656-0_44

Zhang, C., Sun, J., Zhu, X., & Fang, Y. (2010). Privacy and Security for Online Social Networks: Challenges and Opportunities. *IEEE Network*, 24, 13–18.

<https://doi.org/10.1109/MNET.2010.5510913>

Zobolas, J. (2021). *Software implementations allowing new approaches toward data analysis, modeling and curation of biological knowledge for Systems Medicine*

[Doctoral thesis, NTNU]. [https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-](https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/handle/11250/2987882)

[xmlui/handle/11250/2987882](https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/handle/11250/2987882)