

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΘΗΝΩΝ**



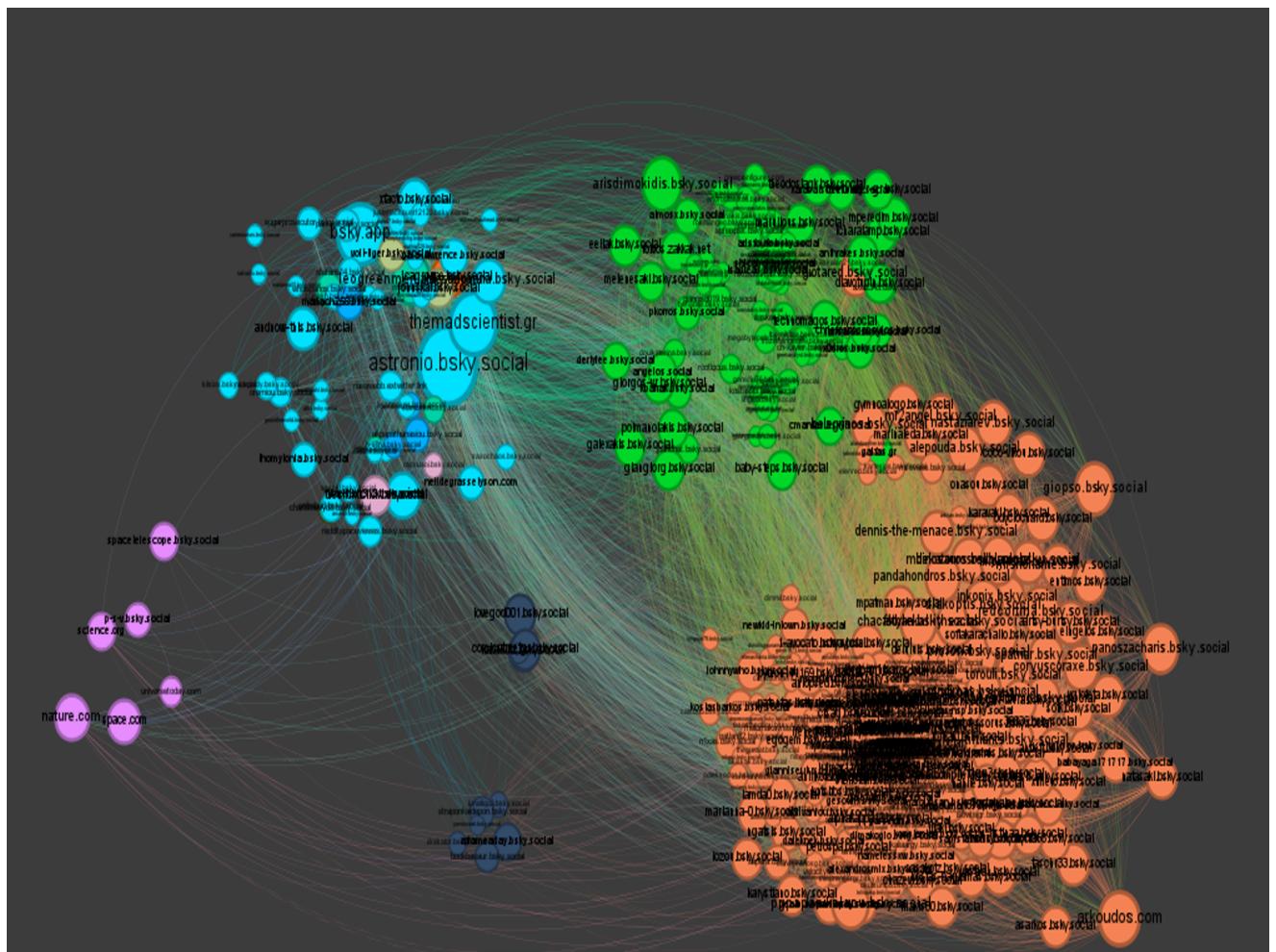
ATHENS UNIVERSITY
OF ECONOMICS
AND BUSINESS

Social Network Analysis: The Case of Astronio on BlueSky

Συγγραφέας: Δημήτριος Λουρίδας (p3200281)

Τμήμα: Πληροφορική

the network:



Εισαγωγή:

Η ανάλυση κοινωνικών δικτύων (Social Network Analysis - SNA) αποτελεί ένα ισχυρό εργαλείο για τη μελέτη της δομής και της δυναμικής των διαδικτυακών κοινοτήτων. Στην παρούσα εργασία, πραγματοποιείται ανάλυση του δικτύου αλληλεπιδράσεων του λογαριασμού "**Astronio**" στο **BlueSky**, μιας δημοφιλούς πλατφόρμας που φιλοξενεί συζητήσεις και ανταλλαγές απόψεων γύρω από θέματα επιστήμης και εκλαϊκευμένης γνώσης.

Η επιλογή του συγκεκριμένου λογαριασμού βασίζεται στη σημαντική παρουσία του στον χώρο της επιστημονικής επικοινωνίας, καθώς και στη δυνατότητα χαρτογράφησης της επίδρασής του μέσα στο κοινωνικό δίκτυο. Μέσα από την ανάλυση, επιδιώκεται να απαντηθούν ερωτήματα όπως:

- **Ποιοι είναι οι κεντρικοί κόμβοι του δικτύου;** (δηλαδή, ποιοι χρήστες έχουν τη μεγαλύτερη επιρροή στις αλληλεπιδράσεις).
- **Ποια είναι η δομή του δικτύου;** (π.χ., υπάρχουν διακριτές κοινότητες, και πώς αυτές συνδέονται μεταξύ τους).
- **Ποιος είναι ο ρόλος του Astronio στο δίκτυο;** (είναι γέφυρα μεταξύ διαφορετικών ομάδων ή επικεντρώνεται σε έναν συγκεκριμένο κύκλο χρηστών).

Για τη διερεύνηση αυτών των ερωτημάτων, τα δεδομένα εξάγονται μέσω του **BlueSky plugin** στο **Gephi**, όπου εφαρμόζονται τεχνικές φίλτραρίσματος και καθαρισμού. Στη συνέχεια, πραγματοποιείται ανάλυση βασικών τοπολογικών χαρακτηριστικών, όπως ο **βαθμός συνδεσιμότητας (degree)**, η **κεντρικότητα (betweenness, closeness, eigenvector)**, η **δομή κοινοτήτων (modularity)** και η **πυκνότητα του δικτύου**.

Η εργασία αυτή συμβάλλει στην κατανόηση του τρόπου με τον οποίο διαμορφώνονται οι διαδικτυακές επιστημονικές κοινότητες και στον εντοπισμό των σημαντικότερων κόμβων που επηρεάζουν τη διάδοση της γνώσης στην πλατφόρμα BlueSky.

Βασικές Τοπολογικές Ιδιότητες του Δικτύου:

Η ανάλυση κοινωνικών δικτύων βασίζεται σε τοπολογικές ιδιότητες που περιγράφουν τη δομή και τη συνδεσιμότητα του γράφου. Στην περίπτωση του δικτύου του **Astronio** στο **BlueSky**, τα αποτελέσματα της ανάλυσης έδειξαν τα εξής χαρακτηριστικά:

Nodes: 12124

Edges: 44333

Directed Graph

Ο μεγάλος αριθμός κόμβων δείχνει ότι το δίκτυο του Astronio περιλαμβάνει έναν ευρύ κύκλο χρηστών που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Ο αριθμός ακμών υποδηλώνει ένα αρκετά συνδεδεμένο δίκτυο, με πολλαπλές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των χρηστών.

Graph Distance Report

Parameters:

Network Interpretation: directed

Results:

Diameter: 13

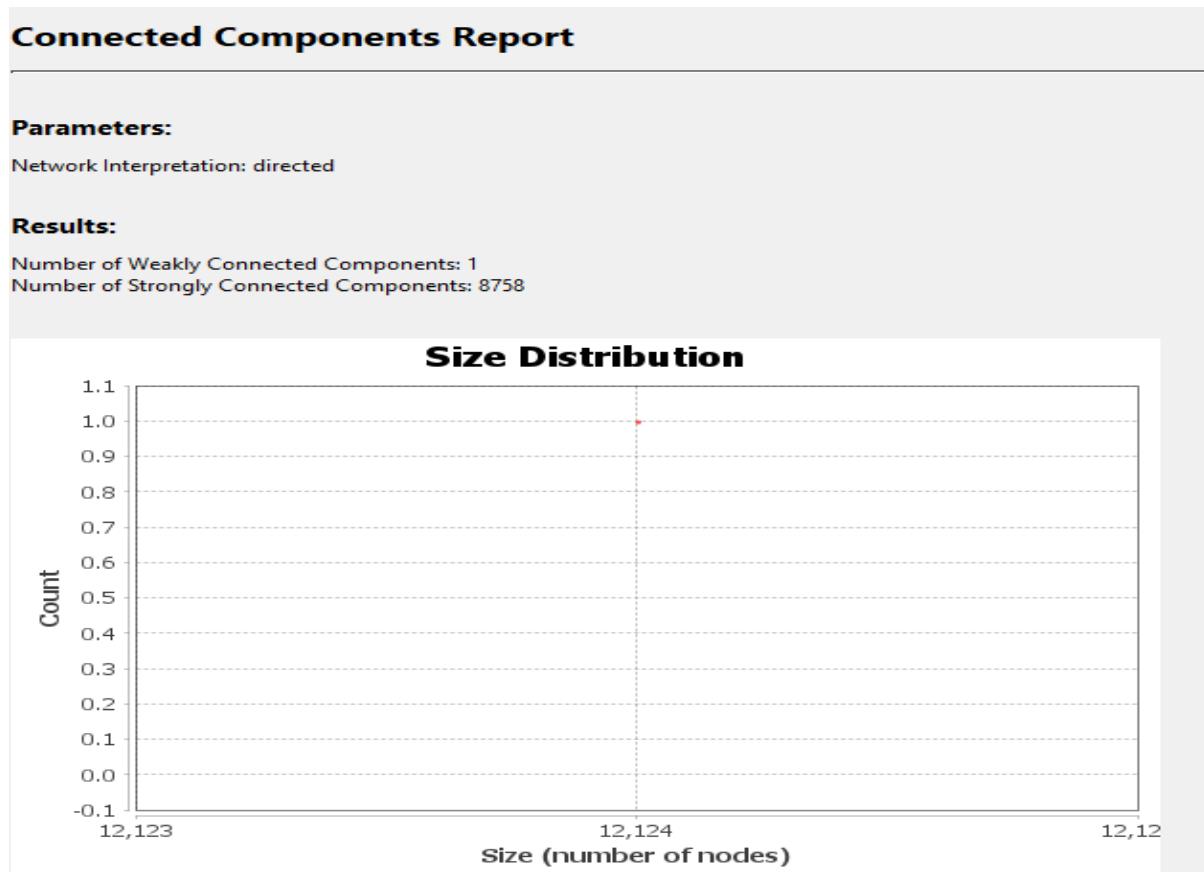
Radius: 0

Average Path length: 4.709479842840224

Η διάμετρος του δικτύου (13) δείχνει ότι οι δύο πιο απομακρυσμένοι κόμβοι μπορούν να συνδεθούν με το πολύ 13 ενδιάμεσες συνδέσεις. Αυτό σημαίνει ότι το δίκτυο έχει σχετικά μεγάλη εμβέλεια, αλλά ταυτόχρονα δεν είναι υπερβολικά διάσπαρτο.

Το μέσο μήκος διαδρομής (4.709) υποδεικνύει ότι, κατά μέσο όρο, οποιοιδήποτε δύο χρήστες μπορούν να συνδεθούν μεταξύ τους μέσω περίπου 4-5 βημάτων. Αυτή η τιμή υποδηλώνει ένα αρκετά "σφιχτό" δίκτυο, όπου η πληροφορία μπορεί να διαδοθεί σχετικά γρήγορα από έναν χρήστη σε άλλον, χωρίς να απαιτούνται πολλές ενδιάμεσες επαφές.

Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ότι το δίκτυο του Astronio είναι **σύνθετο και καλά συνδεδεμένο**, γεγονός που επιτρέπει την ταχεία διάδοση της πληροφορίας και τη δημιουργία μιας ισχυρής κοινότητας συζήτησης γύρω από την επιστημονική εκλαϊκευση.



1. Ασθενώς Συνδεδεμένα Συστατικά (Weakly Connected Components - WCC):

- Ορισμός:** Στο ακατεύθυντο δίκτυο, ένα ασθενώς συνδεδεμένο συστατικό (WCC) αναφέρεται σε ένα υποσύνολο κόμβων τέτοιο ώστε να υπάρχει ένας δρόμος μεταξύ οποιωνδήποτε δύο κόμβων στο συστατικό, αν αγνοήσουμε τη διεύθυνση των ακμών.
- Αποτέλεσμα:** Το δίκτυο έχει μόνο 1 ασθενώς συνδεδεμένο συστατικό. Αυτό σημαίνει ότι όταν αγνοούμε την κατεύθυνση των ακμών, όλοι οι κόμβοι του δικτύου είναι συνδεδεμένοι, δηλαδή υπάρχει μία μεγάλη ομάδα που συνδέει όλους τους χρήστες με κάποιο τρόπο. Αυτό υποδεικνύει συνήθως ότι το δίκτυο είναι ιδιαίτερα συνεκτικό.

2. Ισχυρά Συνδεδεμένα Συστατικά (Strongly Connected Components - SCC):

- **Ορισμός:** Ένα ισχυρά συνδεδεμένο συστατικό (SCC) αναφέρεται σε ένα υποσύνολο κόμβων σε ένα κατευθυνόμενο δίκτυο, όπου υπάρχει κατευθυνόμενος δρόμος από κάθε κόμβο σε κάθε άλλο κόμβο εντός του συστατικού.
- **Αποτέλεσμα:** Το δίκτυο έχει 8758 ισχυρά συνδεδεμένα συστατικά. Αυτό υποδεικνύει ότι το δίκτυο είναι κατακερματισμένο σε μικρότερες υποομάδες ή σύνολα χρηστών, όπου κάθε χρήστης μπορεί να φτάσει σε κάθε άλλον χρήστη εντός του συστατικού μέσω κατευθυνόμενων ακμών (π.χ. αλληλεπιδράσεις ή αναφορές μεταξύ χρηστών).
 - Ο μεγάλος αριθμός SCC υποδεικνύει ότι το δίκτυο έχει πολλά απομονωμένα μικρότερα σύνολα, όταν λαμβάνεται υπόψη η κατεύθυνση των συνδέσεων.
 - Πολλά από αυτά τα ισχυρά συνδεδεμένα συστατικά μπορεί να αντιπροσωπεύουν απομονωμένες ομάδες χρηστών που αλληλεπιδρούν μόνο εντός της δικής τους ομάδας, αλλά δεν επικοινωνούν ή ακολουθούν ο ένας τον άλλον εκτός αυτής της ομάδας.

Σημαντικά Συμπεράσματα:

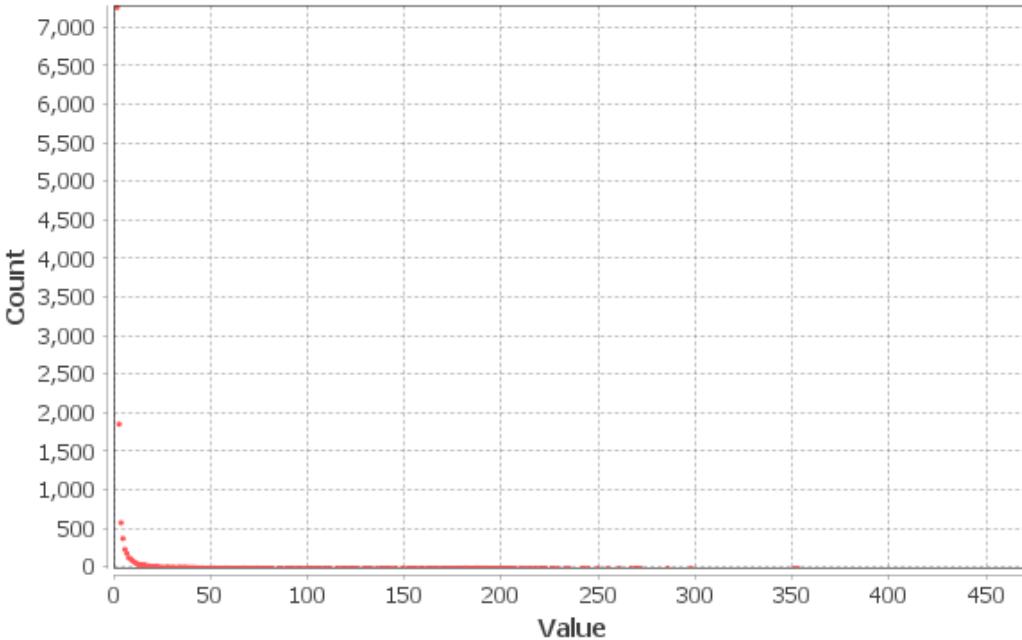
- **Ασθενώς Συνδεδεμένο Συστατικό:** Επειδή υπάρχει μόνο 1 ασθενώς συνδεδεμένο συστατικό, το δίκτυο θεωρείται ενιαίος, συνδεδεμένος οργανισμός όταν αγνοούνται οι κατευθύνσεις.
- **Ισχυρά Συνδεδεμένα Συστατικά:** Η ύπαρξη 8758SCC δείχνει ότι το δίκτυο είναι κατακερματισμένο σε πολλές μικρές ομάδες, κάτι που μπορεί να αποκαλύψει την κοινωνική δομή ή τη συμπεριφορά των χρηστών σε πιο τοπικό επίπεδο.

Degree Report

Results:

Average Degree: 3.657

Degree Distribution



Ανάλυση των Αποτελεσμάτων του Degree στο Δίκτυο

Το μέτρο του **Degree** (βαθμός κόμβου) σε ένα δίκτυο αναφέρεται στον αριθμό των συνδέσεων (edges) που έχει κάθε κόμβος (node). Στην περίπτωσή μας, τα αποτελέσματα δείχνουν τα εξής:

• Μέγιστος Βαθμός (Max Degree): 472 (Astronio)

Ο κόμβος με τον υψηλότερο βαθμό στο δίκτυο είναι ο **Astronio**, που έχει 472 συνδέσεις. Αυτό δείχνει ότι είναι ένας **πολύ κεντρικός κόμβος**, πιθανώς ένας δημοφιλής λογαριασμός με πολλές συνδέσεις από άλλους χρήστες. Σε κοινωνικά δίκτυα, τέτοιοι κόμβοι αντιπροσωπεύουν influencers ή άτομα με υψηλή αναγνωρισιμότητα.

- **Ελάχιστος Βαθμός (Min Degree): 1 (Τυχαίοι Κόμβοι)**

Υπάρχουν κόμβοι που έχουν μόνο **μία** σύνδεση, πράγμα που σημαίνει ότι είναι περιφερειακοί στο δίκτυο και πιθανώς δεν έχουν πολλές αλληλεπιδράσεις ή είναι νεοεισερχόμενοι στη συγκεκριμένη κοινότητα.

Θεωρητική Ανάλυση

- Ο υψηλός βαθμός του Astronio και ο χαμηλός βαθμός των υπόλοιπων υποδηλώνουν ότι το δίκτυο είναι πιθανώς **scale-free**, κάτι που είναι συχνό σε κοινωνικά δίκτυα.

Σημασία του Υψηλού Max Degree

- Ο Astronio λειτουργεί σαν **hub** στο δίκτυο, πιθανώς ως **σημείο συγκέντρωσης πληροφοριών**.
- Η παρουσία ενός ή περισσότερων τέτοιων hubs σημαίνει ότι η πληροφορία μπορεί να διαδοθεί πολύ γρήγορα μέσω αυτών.

Συμπέρασμα

Το δίκτυο φαίνεται να έχει μια **scale-free δομή**, όπου ένας μικρός αριθμός κόμβων (όπως ο Astronio) έχει πολλές συνδέσεις, ενώ οι περισσότεροι κόμβοι έχουν λίγες. Αυτό είναι χαρακτηριστικό σε κοινωνικά δίκτυα, όπου κάποιοι λογαριασμοί συγκεντρώνουν πολλές αλληλεπιδράσεις, ενώ άλλοι παραμένουν απομονωμένοι ή συνδέονται με λίγους άλλους χρήστες.

Degree Centrality - Κεντρικότητα Βαθμού

Τι σημαίνει;

- Δείχνει πόσες άμεσες συνδέσεις έχει ένας κόμβος.
- **Υψηλή τιμή:** Ο κόμβος έχει πολλές απευθείας συνδέσεις (είναι δημοφιλής).
- **Χαμηλή τιμή:** Ο κόμβος έχει λίγες συνδέσεις (είναι περιφερειακός).

Αποτελέσματα & Συμπεράσματα:

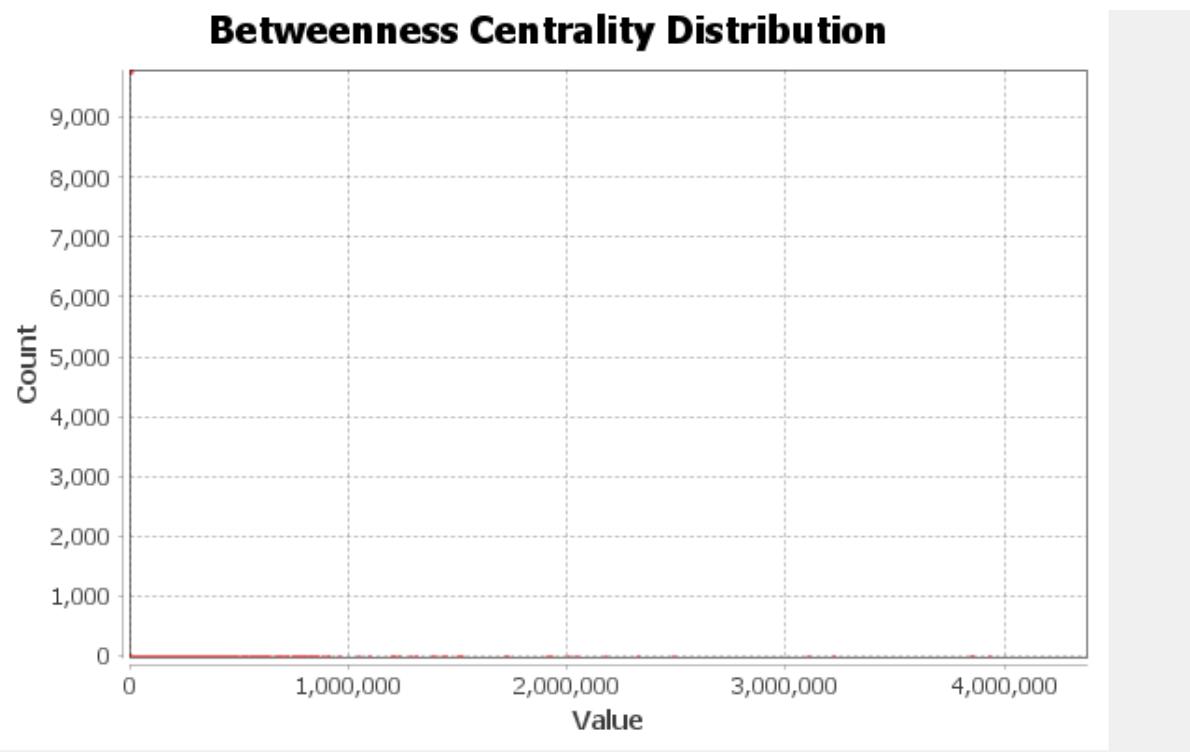
- Ο μέσος βαθμός είναι **3.657**, που σημαίνει ότι κάθε κόμβος συνδέεται κατά μέσο όρο με περίπου 3-4 άλλους.
- Ο μέγιστος βαθμός (**Astronio: 472**) δείχνει ότι είναι ένας εξαιρετικά σημαντικός κόμβος.
- Ο ελάχιστος βαθμός (1) δείχνει ότι υπάρχουν κόμβοι που έχουν μόνο μία σύνδεση.
- Η κατανομή είναι άνιση: λίγοι κόμβοι έχουν πολλές συνδέσεις, ενώ οι περισσότεροι έχουν λίγες (**scale-free network**).

Betweenness Centrality - Διαμεσολαβητική Κεντρικότητα

Τι σημαίνει;

- Δείχνει πόσο συχνά ένας κόμβος βρίσκεται στις **συντομότερες διαδρομές** (shortest paths) μεταξύ άλλων κόμβων.
- **Υψηλή τιμή:** Ο κόμβος είναι "γέφυρα" μεταξύ διαφορετικών περιοχών του δικτύου.
- **Χαμηλή τιμή:** Ο κόμβος δεν επηρεάζει σημαντικά τις διαδρομές επικοινωνίας στο δίκτυο.

Αποτελέσματα & Συμπεράσματα:



- Οι τιμές ξεκινούν από **0** και φτάνουν έως **40,000,000**.
- Αυτό δείχνει ότι υπάρχουν λίγοι κόμβοι που παίζουν **κομβικό ρόλο** στη ροή πληροφοριών, ενώ οι περισσότεροι έχουν μικρή επιρροή.
- Όσο μεγαλώνει η τιμή, τόσο πιο αραιά είναι τα δεδομένα, που σημαίνει ότι πολύ λίγοι κόμβοι συγκεντρώνουν την περισσότερη επιρροή (Power-law distribution).
- Οι κόμβοι με πολύ υψηλό betweenness πιθανώς συνδέουν διαφορετικές κοινότητες του δικτύου και αν αφαιρεθούν, μπορεί να διασπάσουν το δίκτυο.

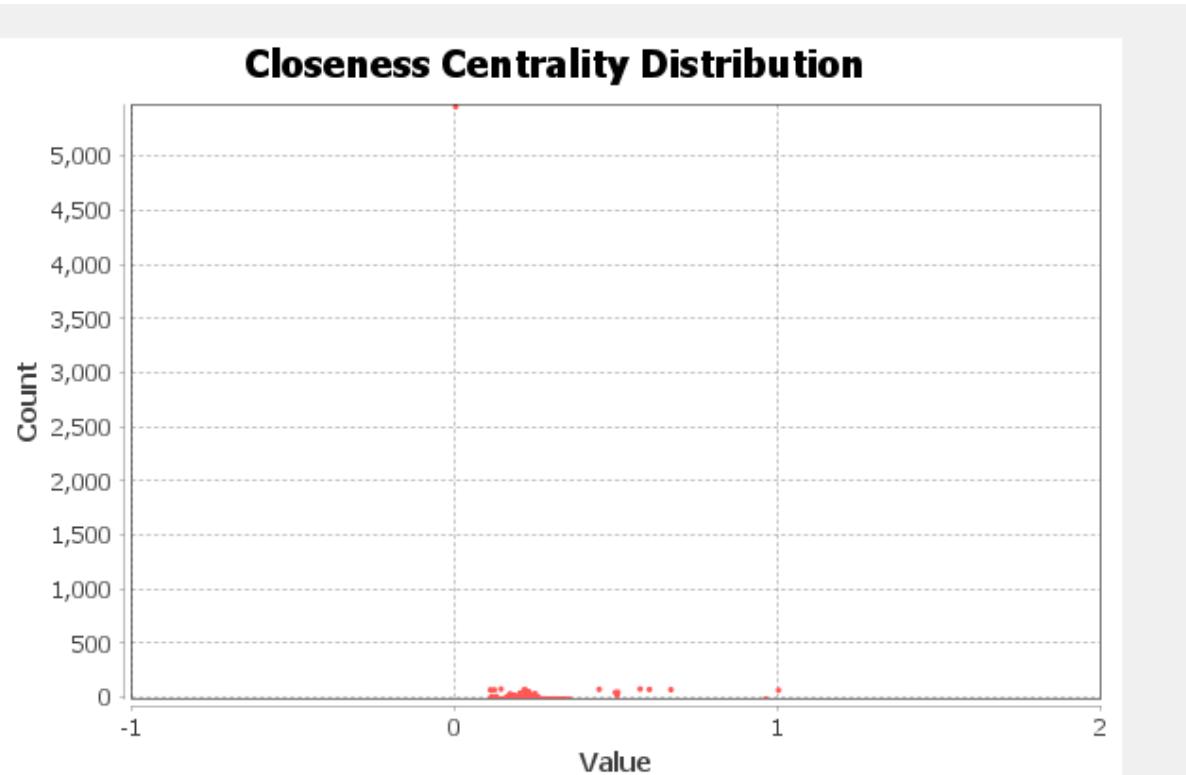
Closeness Centrality - Κεντρικότητα Εγγύτητας

Τι σημαίνει;

- Μετράει πόσο γρήγορα ένας κόμβος μπορεί να φτάσει σε άλλους.
- Υπολογίζεται ως **το αντίστροφο του μέσου μήκους διαδρομής** από τον κόμβο σε όλους τους άλλους.
- **Υψηλή τιμή (πλησιάζει το 1):** Ο κόμβος βρίσκεται κοντά σε πολλούς άλλους κόμβους (χαμηλό μέσο μήκος διαδρομής).

- **Χαμηλή τιμή (κοντά στο 0):** Ο κόμβος βρίσκεται μακριά από τους περισσότερους κόμβους.

Αποτελέσματα & Συμπεράσματα:



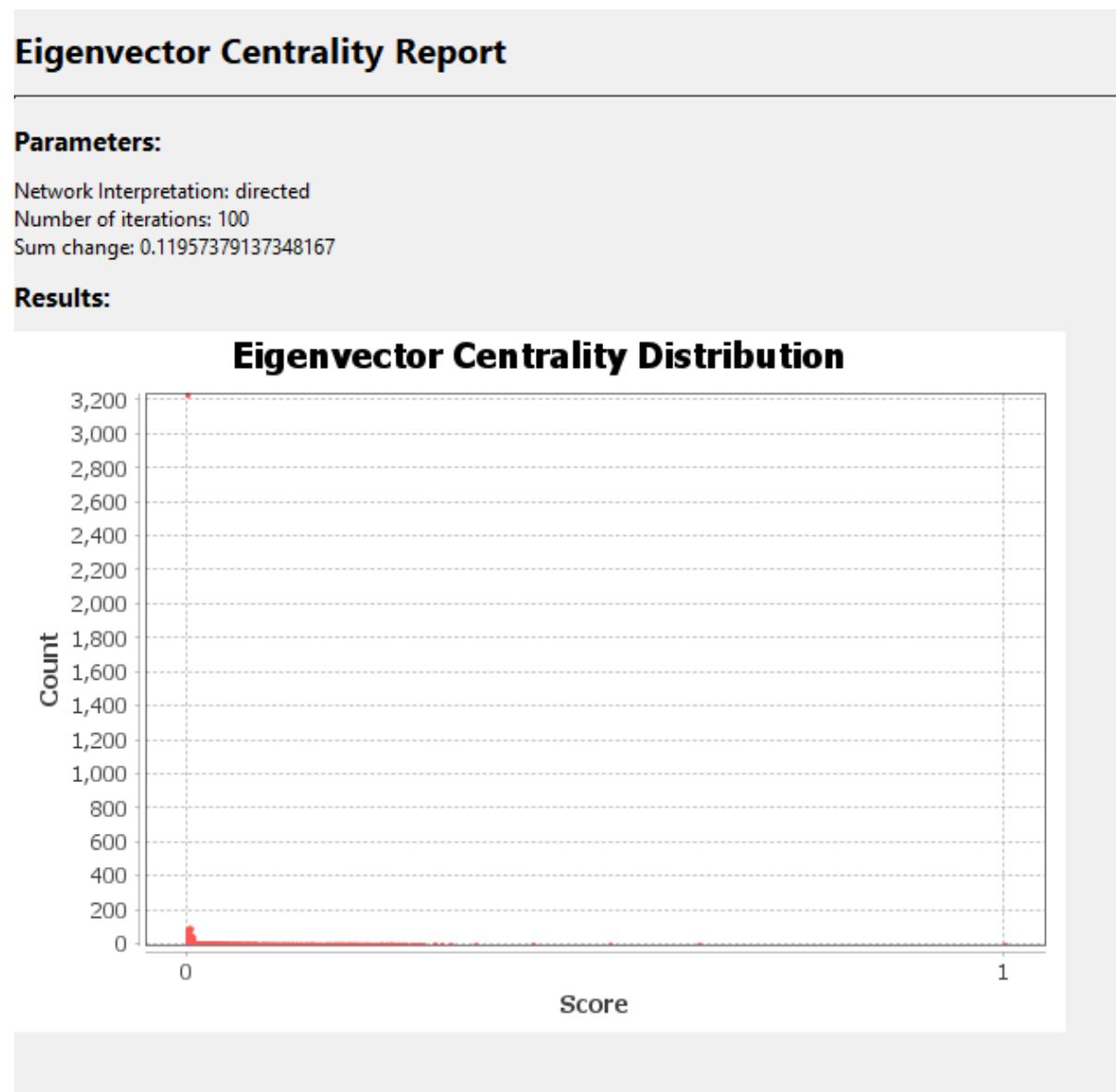
- Οι τιμές είναι **μεταξύ 0 και 1**, που είναι το φυσιολογικό εύρος για το closeness centrality.
- Οι κόμβοι με **τιμές κοντά στο 1** είναι στρατηγικά τοποθετημένοι και έχουν πρόσβαση σε όλο το δίκτυο με λίγα βήματα.
- Οι κόμβοι με **τιμές κοντά στο 0** είναι περιφερειακοί και χρειάζονται πολλές συνδέσεις για να φτάσουν στους άλλους.
- **Σε directed δίκτυα (όπως το δικό μας), οι κόμβοι με υψηλό Closeness είναι πιθανώς hubs που μπορούν να διαδώσουν πληροφορία γρήγορα.**

Eigenvector Centrality - Κεντρικότητα Ιδιοδιανύσματος

Τι σημαίνει;

- Παρόμοιο με το Degree Centrality, αλλά λαμβάνει υπόψη **την επιρροή των συνδεδεμένων κόμβων**.
- Ένας κόμβος έχει υψηλό **eigenvector centrality** αν συνδέεται με άλλους σημαντικούς κόμβους.
- **Βασίζεται στον αλγόριθμο PageRank της Google.**

Αποτελέσματα & Συμπεράσματα:



- Ο αλγόριθμος εκτέλεσε **100 επαναλήψεις**, πράγμα που σημαίνει ότι το δίκτυο δεν ήταν απλό.

- Η **τελική μεταβολή (sum change)** ήταν **0.119**, που δείχνει ότι ο αλγόριθμος δεν είχε τέλεια σύγκλιση αλλά πλησίασε.
 - Οι κόμβοι με **ψηφιακό eigenvector centrality** είναι όχι μόνο δημοφιλείς, αλλά και συνδεδεμένοι με άλλους σημαντικούς κόμβους.
-

Γενικά Συμπεράσματα

1. Το δίκτυο φαίνεται να έχει δομή scale-free, με λίγους πολύ σημαντικούς κόμβους και πολλούς μικρούς.
2. Η κατανομή του Betweenness Centrality δείχνει ότι υπάρχουν "γέφυρες" που συνδέουν διαφορετικά μέρη του δικτύου.
3. Η κατανομή του Closeness Centrality δείχνει ότι κάποιοι κόμβοι είναι εύκολα προσβάσιμοι, ενώ άλλοι είναι πιο απομονωμένοι.
4. Το Eigenvector Centrality δείχνει ότι η επιρροή δεν εξαρτάται μόνο από τον αριθμό συνδέσεων, αλλά και από τη σημασία αυτών των συνδέσεων.

Clustering Coefficient Metric Report

Parameters:

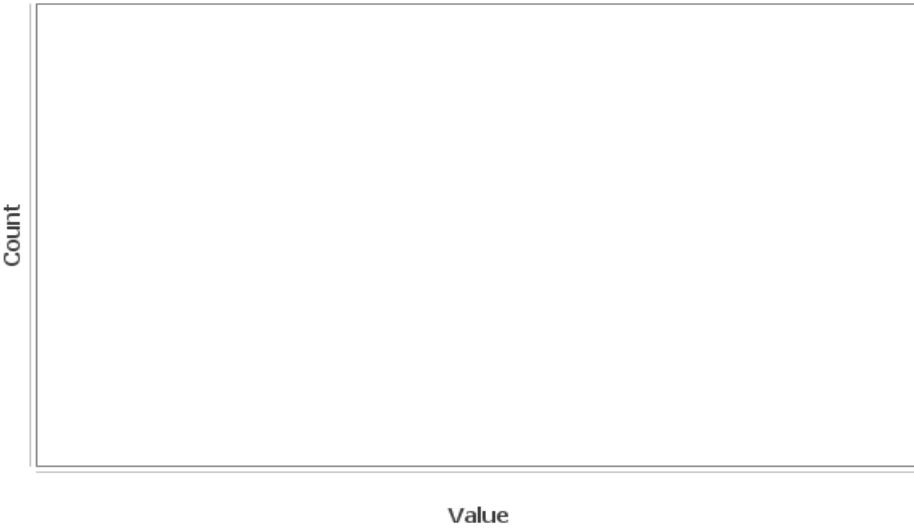
Network Interpretation: directed

Results:

Average Clustering Coefficient: 0.025

The Average Clustering Coefficient is the mean value of individual coefficients.

Clustering Coefficient Distribution



Συμπεράσματα από το Clustering Coefficient Metric Report

1. Μέσος Συντελεστής Συνοχής (Average Clustering Coefficient):

Ο μέσος συντελεστής συνοχής του δικτύου είναι **0.025**, που υποδεικνύει ότι το δίκτυο έχει χαμηλή τοπική συνοχή. Αυτό σημαίνει ότι οι γείτονες των κόμβων στο δίκτυο δεν έχουν την τάση να συνδέονται μεταξύ τους, με αποτέλεσμα τη δημιουργία λίγων τριγώνων ή "κοινωνικών ομάδων" στο δίκτυο.

2. Χαρακτηριστικά του Δικτύου:

- Αραιό Δίκτυο:** Η χαμηλή τιμή του συντελεστή συνοχής υποδεικνύει ότι το δίκτυο είναι αραιό και δεν υπάρχει έντονη τάση για σχηματισμό τοπικών κοινών σχέσεων μεταξύ των κόμβων.
- Κατευθυνόμενο Δίκτυο:** Η φύση του κατευθυνόμενου δικτύου (directed network) ενδέχεται να περιορίζει τη δυνατότητα σχηματισμού τριγώνων, καθώς οι συνδέσεις δεν είναι πάντα αμοιβαίες. Ως εκ τούτου, το φαινόμενο του **triadic closure** (κλείσιμο τριγώνου) εμφανίζεται σπανίως.

3. Ερμηνεία της Χαμηλής Συνοχής:

- Το δίκτυο ενδέχεται να έχει μια πιο **ιεραρχική δομή** ή να αποτελείται από **μικρότερες υποδομές** χωρίς έντονες συνδέσεις μεταξύ των κόμβων. Οι κόμβοι μπορεί να είναι πιο απομονωμένοι, χωρίς ισχυρούς κοινωνικούς δεσμούς.
- Η χαμηλή συνοχή μπορεί να σημαίνει ότι δεν υπάρχουν ισχυρές κοινωνικές ομάδες ή κοινοτικά δίκτυα μέσα στο σύνολο του δικτύου, κάτι που μπορεί να είναι χρήσιμο σε περιπτώσεις ανάλυσης αραιών ή διασκορπισμένων δικτύων.

Clustering Coefficient Metric Report

Parameters:

Network Interpretation: undirected

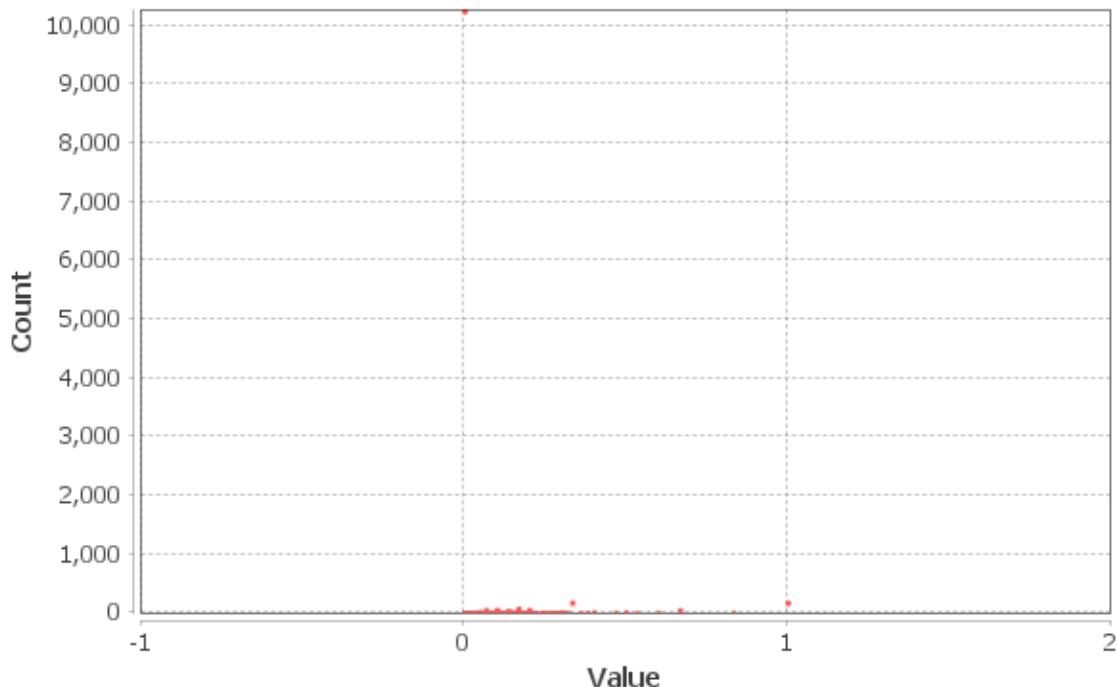
Results:

Average Clustering Coefficient: 0.108

Total triangles: 18665

The Average Clustering Coefficient is the mean value of individual coefficients.

Clustering Coefficient Distribution



Ανάλυση Clustering Coefficient στο Δίκτυο

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα από την ανάλυση του **Clustering Coefficient** του δικτύου, μπορούμε να εξάγουμε τα εξής συμπεράσματα:

1. Μέσος Συντελεστής Συνοχής: 0.108

Ο **μέσος συντελεστής συνοχής** (Average Clustering Coefficient) του δικτύου είναι **0.108**, γεγονός που υποδεικνύει ότι οι κόμβοι του δικτύου έχουν σχετικά μικρή τοπική συνοχή. Συγκεκριμένα, ο συντελεστής συνοχής αναφέρεται στο ποσοστό των τριγώνων που σχηματίζονται από κόμβους που είναι συνδεδεμένοι μεταξύ τους. Μια τιμή κοντά στο **1** θα σήμαινε υψηλή συνοχή, δηλαδή ότι οι κόμβοι τείνουν να συνδέονται ο ένας με τον άλλον μέσω κοινού φίλου, δημιουργώντας ισχυρές τοπικές ομάδες. Αντίθετα, η τιμή **0.108** υποδεικνύει ότι η συνοχή είναι χαμηλή, και οι κόμβοι δεν σχηματίζουν συχνά τρίγωνα.

2. Συνολικός Αριθμός Τριγώνων: 18,665

Ο **συνολικός αριθμός τριγώνων** (Total Triangles) στο δίκτυο είναι **18,665**, που σημαίνει ότι υπάρχουν 18,665 ομάδες τριών κόμβων που είναι αμοιβαία συνδεδεμένοι. Τα τρίγωνα δείχνουν την τοπική συνοχή, και ο αριθμός τους μπορεί να θεωρηθεί ως ένδειξη ότι σε ορισμένα τμήματα του δικτύου, οι κόμβοι σχηματίζουν ισχυρές τοπικές σχέσεις. Ωστόσο, για να κατανοήσουμε καλύτερα την επίδραση των τριγώνων, θα πρέπει να λάβουμε υπόψη τον συνολικό αριθμό κόμβων και τις δυνατότητες δημιουργίας τριγώνων στο δίκτυο.

3. Κατανομή Συντελεστή Συνοχής (Clustering Coefficient Distribution)

Η κατανομή του συντελεστή συνοχής δείχνει πώς ποικίλει ο συντελεστής συνοχής ανάμεσα στους κόμβους του δικτύου. Αν παρατηρηθεί ότι οι περισσότεροι κόμβοι έχουν χαμηλό συντελεστή, αυτό θα υποδεικνύει ότι η συνοχή είναι γενικά αραιή και ότι οι κόμβοι δεν συνδέονται συχνά μέσω κοινού φίλου. Εάν η κατανομή δείχνει μεγάλες συγκεντρώσεις ψηλών τιμών, τότε αυτό θα υποδήλωνε την ύπαρξη ισχυρών τοπικών κοινοτήτων στο δίκτυο.

4. Υπαρξη Φαινομένου Triadic Closure στη Φιλική Γειτονιά

Το φαινόμενο **Triadic Closure** αναφέρεται στην τάση του δικτύου να «κλείνει τρίγωνα». Αυτό συμβαίνει όταν δύο κόμβοι συνδέονται μέσω ενός κοινού φίλου και η πιθανότητα να συνδεθούν και οι ίδιοι είναι αυξημένη. Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται συχνά σε κοινωνικά δίκτυα και άλλες καταστάσεις που σχετίζονται με φιλικές ή κοινωνικές σχέσεις. Στην περίπτωσή μας, ο μέσος συντελεστής συνοχής των **0.108** υποδηλώνει ότι η συνοχή στο δίκτυο είναι σχετικά χαμηλή και, συνεπώς, το φαινόμενο **Triadic Closure** εμφανίζεται, αλλά με μικρή ένταση. Τα τρίγωνα που εντοπίζονται υποδεικνύουν ότι κάποιες τοπικές περιοχές του δικτύου ακολουθούν το φαινόμενο αυτό, αλλά δεν είναι γενικευμένο σε ολόκληρο το δίκτυο.

Συμπεράσματα:

- Ο **μέσος συντελεστής συνοχής (0.108)** δείχνει ότι το δίκτυο έχει μέτριο επίπεδο συνοχής, με μικρό ποσοστό τοπικών ομάδων που σχηματίζουν τρίγωνα.
- Ο **συνολικός αριθμός τριγώνων (18,665)** υποδηλώνει ότι υπάρχουν περιοχές του δικτύου με ισχυρές τοπικές συνδέσεις, παρόλο που η συνοχή σε επίπεδο δικτύου είναι περιορισμένη.
- Η **κατανομή του συντελεστή συνοχής** μπορεί να αποκαλύψει περιοχές του δικτύου με ισχυρότερη συνοχή ή περιοχές με πιο αραιές συνδέσεις.
- Το φαινόμενο **Triadic Closure** υπάρχει στο δίκτυο, αλλά με περιορισμένο αντίκτυπο λόγω του χαμηλού μέσου συντελεστή συνοχής.

Graph Density Report

Parameters:

Network Interpretation: undirected

Results:

Density: 0.078

Η πυκνότητα του δίκτυου μας είναι **0.078**. Αυτό σημαίνει ότι το δίκτυο μας είναι **αραιό**, καθώς μόνο το 7.8% των δυνατών συνδέσεων μεταξύ των κόμβων είναι παρόντες. Αν το δίκτυο είχε πλήρη συνδεσιμότητα, κάθε κόμβος θα ήταν συνδεδεμένος με όλους τους άλλους, κάτι που δεν ισχύει στην περίπτωση μας. Έτσι, οι κόμβοι δεν είναι πλήρως συνδεδεμένοι, και η διάδοση πληροφοριών ή η σύνδεση πόρων στο δίκτυο μπορεί να είναι πιο αργή σε σχέση με πιο πυκνά δίκτυα.

Modularity Report

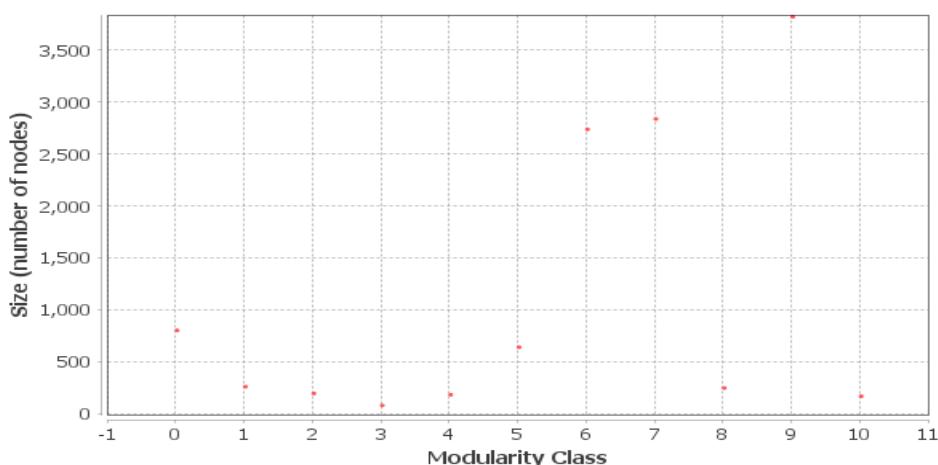
Parameters:

Randomize: On
Use edge weights: On
Resolution: 2.0

Results:

Modularity: 0.442
Modularity with resolution: 1.271
Number of Communities: 11

Size Distribution



Ανάλυση Modularity για το Δίκτυο μας

Η **Modularity** είναι ένα μέτρο που αξιολογεί πόσο καλά ένα δίκτυο μπορεί να χωριστεί σε κοινότητες (clusters). Στόχος της είναι να συγκρίνει την πραγματική κατανομή των συνδέσεων με μια τυχαία κατανομή, αναδεικνύοντας δομές ομάδων στο δίκτυο.

Θεωρητική Ανάλυση

1. Modularity Score (0.442):

- Τιμή **0.442** υποδηλώνει μέτρια έως καλή κοινοτική δομή.
- Εάν το modularity ήταν κοντά στο **0**, το δίκτυο δεν θα είχε εμφανείς κοινότητες.
- Αν ήταν **>0.5**, θα σηματοδοτούσε πιο ισχυρές και διακριτές κοινότητες.
- Άρα, το δίκτυο μας διαθέτει **ομάδες με σημαντική εσωτερική συνδεσιμότητα**, αλλά υπάρχει και κάποια αλληλεπίδραση μεταξύ των κοινοτήτων.

2. Modularity with Resolution (1.271):

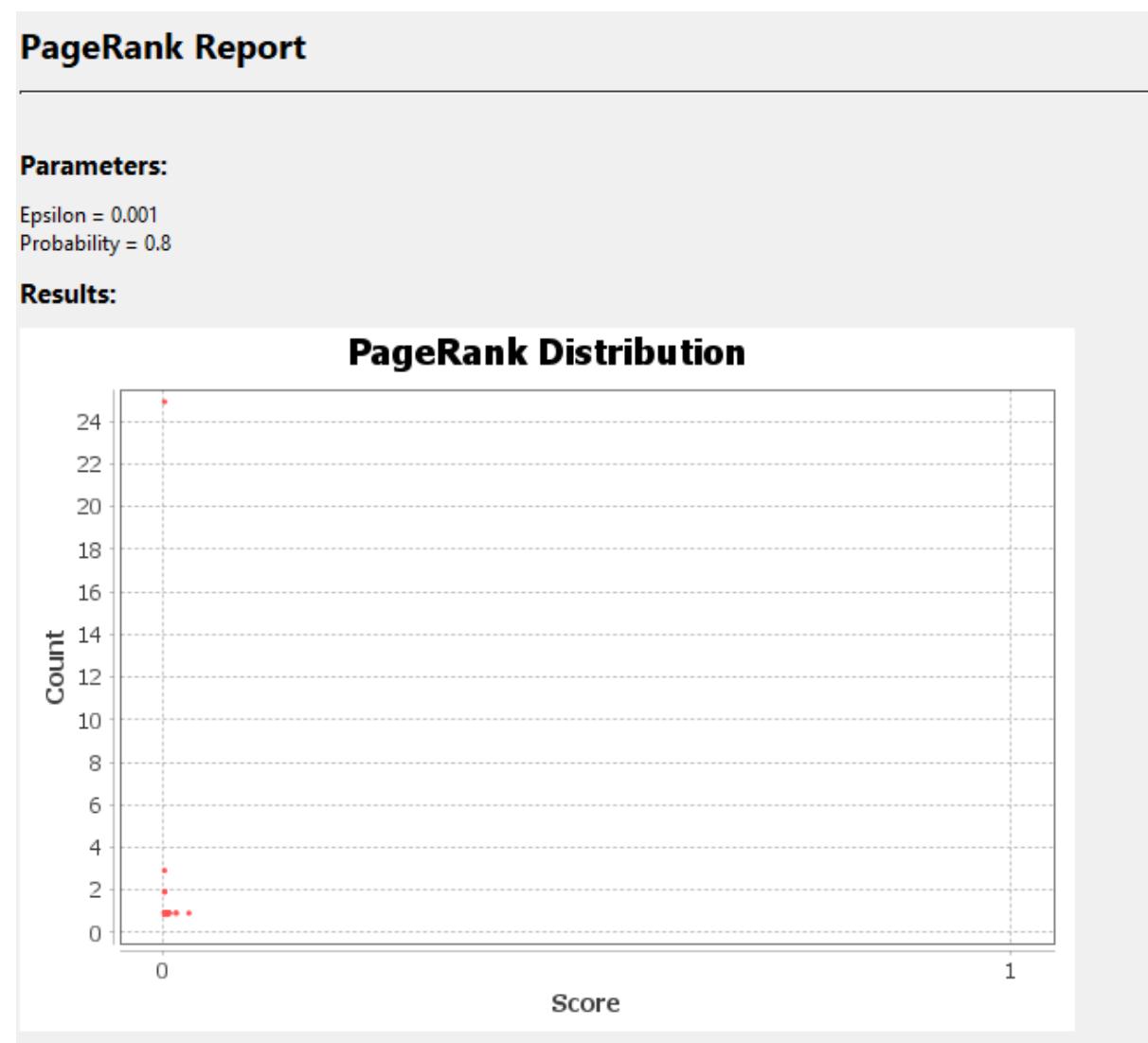
- Η **resolution παράμετρος (2.0)** ενισχύει τη διάκριση μικρότερων κοινοτήτων.
- Το υψηλό **modularity με resolution** δείχνει ότι με αυτή την τιμή έχουμε ακόμα πιο λεπτομερή κατανομή των κοινοτήτων.

3. Αριθμός Κοινοτήτων (11):

- Το δίκτυο έχει **11 ξεχωριστές κοινότητες**, γεγονός που δείχνει ότι οι κόμβοι οργανώνονται σε ομάδες με εσωτερικές ισχυρές συνδέσεις.
 - Αν είχαμε **πολύ λίγες κοινότητες** (π.χ. **2-3**), θα σήμαινε ότι το δίκτυο είναι υπερβολικά συνδεδεμένο.
 - Αν υπήρχαν **πάρα πολλές** (π.χ. **>50**), θα σήμαινε ότι το δίκτυο είναι πολύ κατακερματισμένο.
-

Συμπεράσματα για την Εργασία μας

- ✓ Το δίκτυο που μελετάμε **έχει ξεκάθαρη κοινωνική δομή**, αλλά όχι απόλυτα διαχωρισμένες κοινότητες.
- ✓ Η ύπαρξη **11 κοινοτήτων** δείχνει ότι οι χρήστες/κόμβοι αλληλεπιδρούν πιο έντονα μέσα σε συγκεκριμένες ομάδες παρά σε ολόκληρο το δίκτυο.
- ✓ Η τιμή **modularity 0.442** δείχνει ότι υπάρχει σαφής ομαδοποίηση, αλλά και κάποια διασύνδεση μεταξύ των κοινοτήτων.



Ανάλυση PageRank για το Δίκτυό μας

Ο αλγόριθμος **PageRank** μετρά τη σημασία των κόμβων σε ένα δίκτυο, βασιζόμενος στις συνδέσεις τους. Οι κόμβοι που έχουν **πολλές εισερχόμενες συνδέσεις από σημαντικούς κόμβους** λαμβάνουν υψηλότερη βαθμολογία.

Αποτελέσματα και Ερμηνεία

- Παρατηρούμε έναν **κόμβο με τιμή 24**, που είναι **σημαντικά υψηλότερη από τις υπόλοιπες**. Αυτό σημαίνει ότι αυτός ο κόμβος έχει **πολλές εισερχόμενες συνδέσεις από κόμβους που είναι ήδη σημαντικοί**. Πιθανότατα, αυτός ο κόμβος αντιστοιχεί σε έναν **κεντρικό κόμβο του δικτύου**, όπως ένας ιδιαίτερα δημοφιλής χρήστης ή ένα σημαντικό προφίλ.
- Οι **μεσαίες τιμές (2-4)** δείχνουν κόμβους που έχουν κάποια σημασία, αλλά δεν είναι τόσο συνδεδεμένοι όσο ο κορυφαίος κόμβος. Αυτοί μπορεί να είναι **δευτερεύοντες influencers ή δευτερεύοντες σημαντικοί κόμβοι**.
- Οι **χαμηλές τιμές (0-1)** αντιστοιχούν στους **λιγότερο σημαντικούς κόμβους**, που είτε έχουν λίγες εισερχόμενες συνδέσεις είτε λαμβάνουν συνδέσεις από μη σημαντικούς κόμβους.

Συμπεράσματα για το Δίκτυό μας

- Υπάρχει **έντονη συγκέντρωση σημασίας** σε λίγους κόμβους. Το γεγονός ότι ένας κόμβος έχει τιμή **24**, ενώ οι υπόλοιποι έχουν μικρότερες τιμές, δείχνει ότι **το δίκτυο μας είναι ιεραρχικό** με έναν ή λίγους πολύ ισχυρούς κόμβους.
- Αν αναλύσουμε αυτόν τον κορυφαίο κόμβο, μπορούμε να καταλάβουμε **το ρόλο του στη δικτύωση** και αν λειτουργεί ως **κεντρικός κόμβος επικοινωνίας ή πληροφόρησης**.

Συμπερασματικά, η ανάλυση του δυναμικού δικτύου ανέδειξε τη σημασία συγκεκριμένων κόμβων που διαδραματίζουν κεντρικό ρόλο στη διάδοση της επιστημονικής γνώσης. Ο *Astronio*, ως ένας από τους πιο σημαντικούς κόμβους, συμβάλλει καθοριστικά στη διάχυση επιστημονικών ιδεών στο ευρύ κοινό, αξιοποιώντας την επιρροή του για να καταστήσει την επιστήμη προσιτή και ενδιαφέρουσα. Παράλληλα, ένας άλλος σημαντικός κόμβος, ο *themadscientist*, δρα επίσης ως επιστημονικός influencer, ενισχύοντας τη διάδοση της επιστημονικής σκέψης μέσω του περιεχομένου του. Συνολικά, η ύπαρξη και η δράση τέτοιων προσώπων αναδεικνύουν τη σπουδαιότητα της εκλαϊκευσης της επιστήμης, γεφυρώνοντας το χάσμα μεταξύ ακαδημαϊκής γνώσης και καθημερινότητας, και εμπνέοντας νέες γενιές να ενδιαφερθούν για τον κόσμο της επιστήμης.