

**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΘΗΝΩΝ**



**ATHENS UNIVERSITY
OF ECONOMICS
AND BUSINESS**

ΤΗΚΕVASE KSANA ΕΚFONISI GΙΑ TO TΙ ΖΗΤΑ

Your Subtitle

January 24, 2024

Περιεχόμενα

1	Εισαγωγή	2
2	Λήψη δεδομένων	2
3	Γραφική Αναπαράσταση Δικτύου	3
4	Βασικά στοιχεία Δικτύου	6
5	Component Measures	7
6	Degree Measures	9
6.1	Maximum Degree	9
6.2	Average Node Degree	9
6.3	Degree Distribution	10
6.3.1	In-Degree	10
6.3.2	Out-Degree	12
6.3.3	Total Degree	15
7	Centrality measures.	18
7.1	Degree	18
7.2	Betweenness Centrality	18
7.3	Closeness centrality	18
7.4	Eigenvector centrality	18

1 Εισαγωγή

Το Youtube είναι ένας ιστότοπος κοινοποίησης, αποθήκευσης, αναζήτησης και αναπαραγωγής βίντεο. Κάθε χρήστης μπορεί να δημιουργήσει λογαριασμό και να ανεβάζει τα δικά του βίντεο ή ακόμα και να αναπαράγει σε πραγματικό χρόνο. Εκτός από τους χρήστες, πρόσβαση έχει ο οποιοσδήποτε στον ιστότοπο αυτό όπου μπορεί μόνο να παρακολουθεί τα βίντεο άλλων χρηστών. Το προφίλ του χρήστη παρουσιάζεται ως κανάλι όπου άλλοι χρήστες μπορούν να εγγραφούν ώστε να παρακολουθούν και να ενημερώνονται για βίντεο ή για πραγματικού χρόνου αναπαραγωγές που τους ενδιαφέρουν. Τα βίντεο που ανεβάζει ο κάθε χρήστης είναι συνήθως αποθηκευμένα σε playlists αναλόγως με την μορφή και το θέμα που έχουν. Επίσης στο κανάλι του ο κάθε χρήστης μπορεί να έχει κανάλια άλλων χρηστών που όπως αναφέρονται στην αγγλική ορολογία "Featured channels". Τα επιλεγμένα αυτά κανάλια αποτελούν κανάλια όπου ένας χρήστης επιλέγει να τα συμπεριλάβει στο δικό του κανάλι (δεν φαίνονται στο κοινό). Ο λόγος που γίνεται αυτό είναι για να προωθούν οι χρήστες και να εμφανίζουν άλλα κανάλια που τους αρέσουν, με τα οποία μπορεί να συνεργάζονται ή να θέλουν να τα προτείνουν στους θεατές τους. Έτσι με αυτό τον τρόπο, οι χρήστες μπορούν να προσεγγίσουν πολλά είδη κοινού και να αυξήσουν έτσι τις εγγραφές και τις προβολές τους. Στην ανάλυση αυτή θα εξετάσουμε το κανάλι Samsung. Το κανάλι αυτό είναι το κανάλι του ομίλου εταιρειών Samsung που έχει ως σκοπό την ενημέρωση σχετικά με εκδηλώσεις, καινοτομες τεχνολογίες, εφαρμογές και υπηρεσίες, B2B solutions, παρουσιάσεις, και τις τελευταίες και καινοτόμες τεχνολογίες του ομίλου.

2 Λήψη δεδομένων

Τα δεδομένα για την ανάλυση μας τα πήραμε με τη χρήση του [Bernhard Reiner's Tool](#) χρησιμοποιώντας τα YouTube Data Tools. Αρχικά, χρησιμοποιώντας το link του καναλιού στο YouTube, βρήκαμε το id του καναλιού μέσω του [Channel Info Module](#). Έπειτα με τη χρήση του [Channel Network Module](#), πήραμε δεδομένα για το δίκτυο του καναλιού. Οι παραμέτροι που χρησιμοποιήθηκαν ήταν το seed (αρχικό κανάλι) με τη χρήση του id με crawl depth ίσον με 2 (το crawl depth καθορίζει πόσο βαθιά στο δίκτυο μπορούμε να φτάσουμε. Για παράδειγμα με depth=0 το εργαλείο αυτό επιστρέφει το δίκτυο με τις συσχετίσεις ανάμεσα στα seeds που δίνονται, με dept=1 επιστρέφει τα featured channels που έχει ο χρήστης στο κανάλι του και με depth=2 επιστρέφει τα featured channels που υπάρχουν στα κανάλια που βρήκαμε στο depth=1). Η επιλογή για της εγγραφές δεν λήφθηκε υπόψην διότι θέλαμε τα δεδομένα να είναι μόνο με τα featured channels. Μετά από αυτά τα βήματα το εργαλείο δημιούργησε ένα gdf αρχείο το οποίο φορτώσαμε στο πρόγραμμα Gephi για ανάλυση. Εδώ να σημειωθεί ότι μέσω του Gephi έγινε έλεγχος των δεδομένων για τυχόν σφάλματα που θα μπορούσαν να

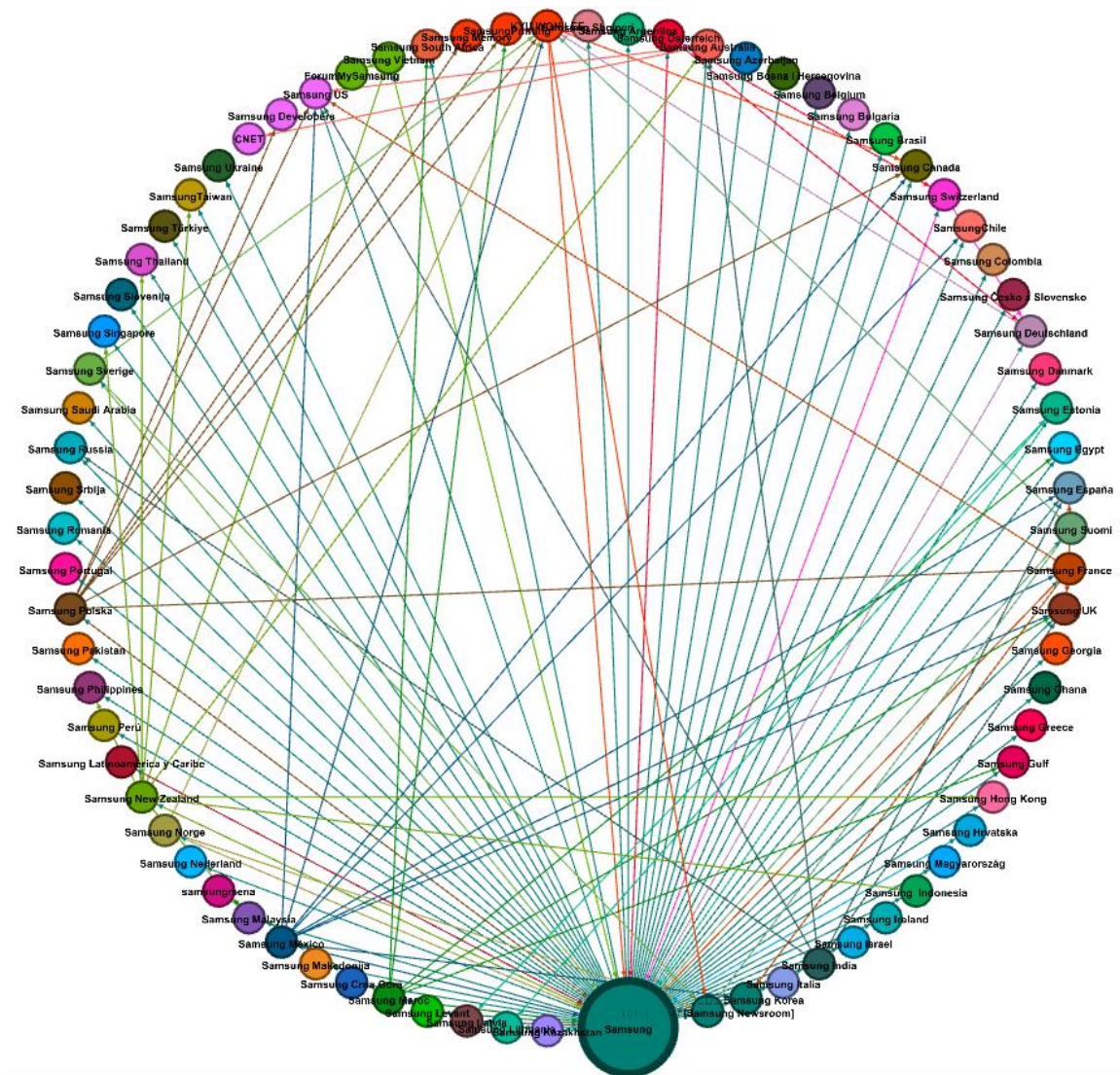
επηρεάσουν την ανάλυση μας όπως για παράδειγμα ο έλεγχος δυπλοτύπων, όπου σε μια περίπτωση υπήρχε διπλότυπο όπου και εντιμετωπίστηκε μέσω του Gephii, ο έλεγχος για null τιμές κ.α. Σε μερικές περιπτώσεις υπήρχαν μη διαθέσιμες τιμές. Για παράδειγμα σε ορισμένους κόμβους, δεν υπήρχε στο αντίστοιχο κελί η χώρα ενώ ήταν γνωστή. Επομένως εισήχθησαν χοιροκίνητα οι τιμές όπου ήταν εφικτό. Σε άλλες περιπτώσεις, τυχόν σφάλματα αντιμετωπίζονται αναλόγως τη δεδομένη στιγμή όπου και αναφέρονται.

3 Γραφική Αναπαράσταση Δικτύου

Το δίκτυο μόνο με τα ονόματα των κόμβων(καναλιών) χωρίς κάποια παραμετροποίηση.



Βλέποντας τα δεδομένα του δικτύου μας απο το Data Laboratory του Gephi, παρατηρήσαμε πως υπάρχουν κανάλια απο διάφορες χώρες. Επομένως θεωρήσαμε ενδιαφέρον να κάνουμε μία παραμετροποίηση με τις χώρες ως εξής. Ο χρωματισμός έγινε μέσω διαφορετικών χρωματων, τωσων, όσος και ο αριθμός των διαφορετικών χωρών, μέσω του partition tab. Στο σημείο αυτο, θεώρησαμε επίσης σημαντικό και την αναφορά του seed. Αυτό έγινε μεσω του μεγέθους των κόμβων μέσω του seedrank(αντίστοιχη μεταβλητη με την isseed εαν χρησιμοποιούσαμε τον χρωματισμό). Στη συνέχεια μέσω του Plugin Circular Layout που κατεβάσαμε μέσω των Tools του Gephi, δημιουργήσαμε την πιο κάτω διάταξη θέτοντας στην ιδιότητα "Order Nodes By" την χώρα. Για άλλη μια φορά, χρησιμοποιήσαμε τον Label Adjust για διαχωρισμό των ετικετών.



Απο την πιο πάνω εικόνα μπορούμε εύκολα να παρατηρήσουμε πως ο κεντρικός και ίσως ο πιο σημαντικός κόμβος να είναι ο "Samsung" ο οποίος είναι με πράσινο χρώμα. Οι δύο δεξιές θέσεις απο αυτο το κόμβο είναι επίσης με πράσινο χρώμα αφού και αυτοι οι κόμβοι είναι κανάλια απο την ίδια χώρα, την Νότιο Κορέα.

4 Βασικά στοιχεία Δικτύου

Το δίκτυο που μελετάμε έχει τα εξής βασικά στοιχεία:

- Αριθμός κόμβων: **76** διαφορετικά **κανάλια-κόμβοι**
- Αριθμός ακμών: **149** **συνδέσμοι** μέσω των οποίων συνδέονται τα κανάλια-κόμβοι
- Ο γράφος μας είναι **κατευθυνόμενος**. Δηλαδή κάθε σύνδεσμος απο ένα κανάλι προς ένα άλλο έχει κατεύθυνση όπως φαίνεται στην πιο κάτω εικόνα:



Ο πράσινος κόμβος-κανάλι έχει ως featured channel τον κόμβο-κανάλι με ροζ χρώμα.

- Διάμετρος δικτύου: Η **διάμετρος** ενός δικτύου είναι η μακρύτερη συντομότερη διαδρομή που μπορούμε να βρούμε. Στην περίπτωσή μας είναι **3**. Τιμή αναμενόμενη λόγω του depth με τιμή 2 που επιλέξαμε.
- **Average path length**: Είναι ο **μέσος όρος των συντομότερων μονοπατιών** για όλα τα ζεύγη κόμβων. Στο δίκτυο μας είναι **1.9760**.

Parameters:

Network Interpretation: directed

Results:

Diameter: 3

Radius: 0

AveragePathlength: 1.9760319573901464

5 Component Measures

Στο δίκτυο μας, όλοι οι κόμβοι είναι συνδεδεμένοι μεταξύ τους(έμμεσα είτε άμεσα). Άρα μπορούμε να πούμε πως υπάρχει **ένα giant component**. Επομένως ο αριθμός των **weakly connected components** είναι ίσος με **1**.

Αναφορικά με τον αριθμό των **strongly connected components**, αυτό που πρέπει να δούμε στην περίπτωση μας είναι αν υπάρχουν κανάλια-κόμβοι τα οποία δεν έχουν Featured Channels, δηλαδή δεν έχουν εξερχόμενους συνδέσμους. Έτσι μέσω του Connected Components tool απο το πεδίο Statistics του Gephi έχουμε την ακόλουθη αναφορά.

Connected Components Report

Parameters:

Network Interpretation: directed

Results:

Number of Weakly Connected Components: 1

Number of Strongly Connected Components: 57

Παρατηρώντας την πιο πάνω εικόνα λοιπόν, μπορούμε να επιβεβαιώσουμε τον αριθμό των weakly connected components. Όσον αφορά τον αριθμό των strongly connected components μέσω του Gephi βλέπουμε πως είναι **57**. Στο σημείο αυτό μπορούμε να εφαρμόσουμε μια διάταξη για να δούμε σχηματικά αυτούς τους κόμβους ώστε να καταλάβουμε καλύτερα τι συμβαίνει. Χρησιμοποιώντας λοιπόν τον αλγόριθμο Dual Circle Layout, με Upper Order Count ίσο με 20(Πλήθος κόμβων - strong connected components + weakly connected components) με σκοπό να πάρουμε στον εξωτερικό κύκλο τα κανάλια που δεν έχουν Featured Channels(20 κανάλια, 20 διαφορετικά χρώματα). Έτσι όπως φαίνεται και πιο κάτω, στον εξωτερικό κύκλο, τα κανάλια αυτά έχουν ακμές που φτάνουν σε αυτά και κανένα δεν έχει ακμή που να ξεκινάει από αυτά.

6 Degree Measures

(mikri eiagogi AN DEN FKENNEI EN OK) Στο σημείο αυτό της analysis mas tha aafterthoume sta degree measures. ta degree measures einai...

6.1 Maximum Degree

Το Maximum Degree είναι ο μέγιστος αριθμός ακμών που έχει ένας κόμβος μέσα στο δίκτυο. Στην περίπτωση που εξετάζουμε, αφορά τον κόμβο "Samsung" με τιμή 87. Αποτέλεσμα αναμενόμενο, αφού ο συγκεκριμένος κόμβος παίζει τον πιο σημαντικό ρόλο στο δίκτυο μας όπως έχουμε δει και σε άλλες περιπτώσεις. Αυτό φαίνεται μέσω του πιο κάτω στιγμιότυπου που πήραμε από το Gephi αφού βρήκαμε πρώτα το degree του κάθε κόμβου.

Label	Degree ▾
Samsung	87
Samsung New Zealand	11
Samsung México	10
Samsung Polska	9
KYU WON LEE	9
Samsung France	8
Samsung Maroc	8
Samsung India	7
Samsung US	6
Samsung Österreich	6
Samsung Latvia	6

6.2 Average Node Degree

Το Average Node Degree είναι ο μέσος αριθμός ακμών που υπάρχουν στο δίκτυο. Στο δίκτυο μας είναι ίσο με 1.961 σύμφωνα με το Degree Report που φτιάξαμε μέσω του Gephi από το μενού Statistics.

Degree Report

Results:

Average Degree: 1.961

6.3 Degree Distribution

isos na valw mia mikri isagogi?

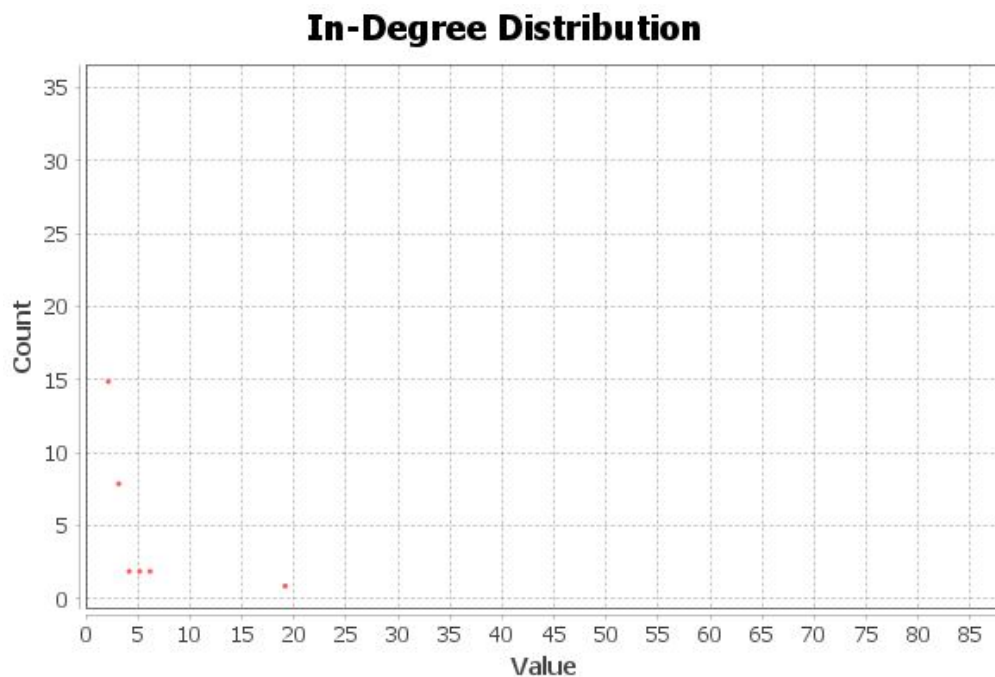
6.3.1 In-Degree

Το In-Degree είναι οι εισερχόμενες προς κάποιον κόμβο ακμές. Στην περίπτωση μας, ο αριθμός αυτός αποτελεί τον αριθμό των καναλιών που έχουν ως Featured Channel το κανάλι που εξετάζουμε. Έτσι για κάθε κανάλι με τη βοήθεια του Gephi για το δίκτυο μας έχουμε:

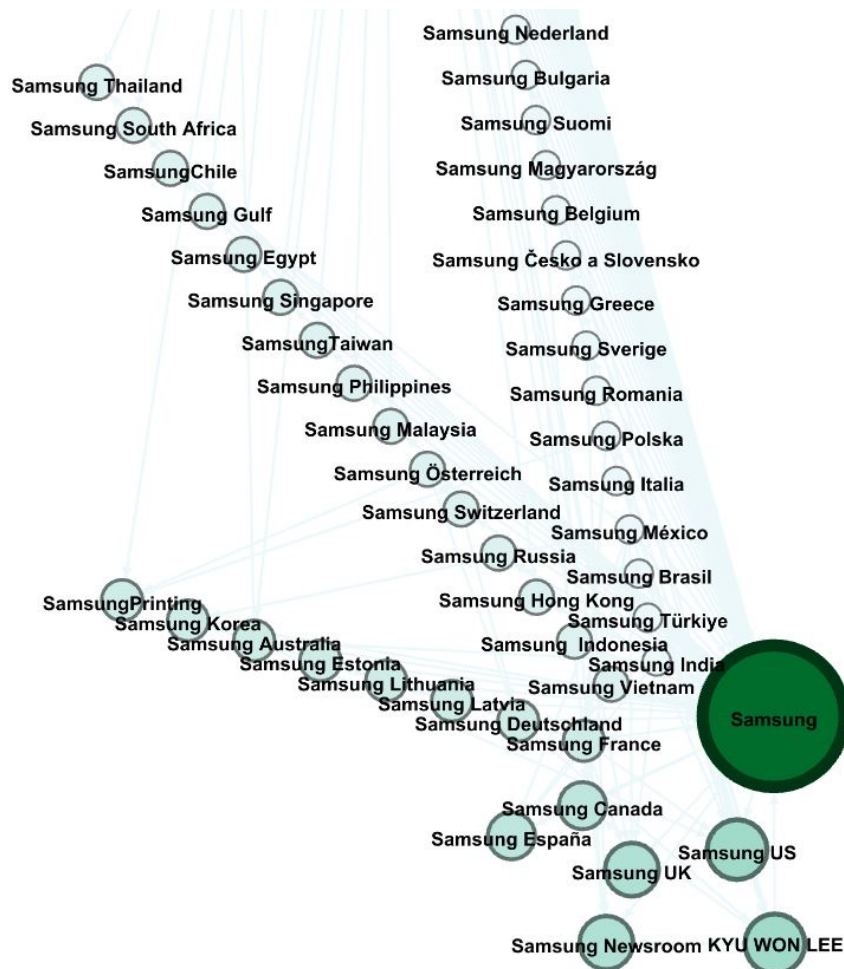
Label	In-Degree ▾
Samsung	19
KYU WON LEE	6
Samsung US	6
Samsung Newsroom	5
Samsung UK	5
Samsung Canada	4
Samsung España	4
Samsung Australia	3
Samsung Deutschland	3
Samsung Estonia	3
Samsung France	3
Samsung Korea	3
Samsung Latvia	3
Samsung Lithuania	3
SamsungPrinting	3
SamsungChile	2
Samsung Egypt	2
Samsung Gulf	2
Samsung Hong Kong	2
Samsung Indonesia	2
Samsung Malaysia	2
Samsung Österreich	2
Samsung Philippines	2
Samsung Russia	2
Samsung Singapore	2
Samsung South Africa	2
Samsung Switzerland	2
SamsungTaiwan	2
Samsung Thailand	2
Samsung Vietnam	2
CNET	1
ForumMySamsung	1
Samsung Argentina	1
Samsung Azerbaijan	1
Samsung Belgium	1
Samsung Bosna i Hercegovina	1
Samsung Brasil	1

Samsung Suomi	1
Samsung Bulgaria	1
Samsung Nederland	1
Samsung Srbija	1
Samsung Norge	1
Samsung Danmark	1
Samsung Hrvatska	1
Samsung Slovenija	1
Samsung Ireland	1
Samsung Shqiperi	1
Samsung Makedonija	1
Samsung Bosna i Hercegovina	1
Samsung Crna Gora	1
Samsung Portugal	1
Samsung Pakistan	1
Samsung New Zealand	1
Samsung Levant	1
Samsung Latinoamérica y Caribe	1
Samsung Saudi Arabia	1
Samsung Israel	1
Samsung Maroc	1
Samsung Argentina	1
Samsung Colombia	1
Samsung Perú	1
Samsung Ukraine	1
Samsung Kazakhstan	1
Samsung Ghana	1
Samsung Georgia	1
Samsung Azerbaijan	1
ForumMySamsung	1
Samsung Developers	1
Samsung Memory	1
CNET	1
samsungmena	1

Κατανομή του In-Degree μέσω γραφικής παράστασης:



Μετά απο τα πιο πάνω, θα ήταν αρκετα ενδιαφέρον να δούμε πως αλλάζει το δίκτυο όσον αφορά μέγεθος και χρώμα κόμβων σε σε συνάρτηση με το In-Degree. dipla pou thn pio katw na mpei h ipolipi ths



Έτσι χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο Radial Axis Layout μπορούμε να δούμε τον διαχωρισμό που γίνεται ανάμεσα στους κόμβους σε σχέση με το in-degree του κάθε καναλιού. Τα κανάλια λοιπόν χωρήστηκαν σε 7 διαφορετικές ομάδες σε οριζόντιους άξονες αφού οι διαφορετικές τιμές που παρατηρούνται είναι 7 όπως είδαμε και στους πιο πάνω πίνακες. Έτσι στο σημείο αυτό μπορούμε εύκολα να δούμε τα κανάλια τα όποια υπάρχουν κατά πολύ περισσότερες φορές ως Featured channels σε άλλα. Προταγωνιστικό ρόλο έχει το κανάλι της Samsung για ακόμα μια φορά ενώ ακολουθούν στη συνέχεια τα κανάλια SamsungUS, KYO WON LEE κ.ο.κ.

6.3.2 Out-Degree

Το Out-Degree είναι οι εξερχόμενες από τον κάθε κόμβο ακμές. Με το δίκτυο το οποίο μελετάμε είναι ο αριθμός των Featured Channels που μπορεί να έχει ένα κανάλι όπως βλέπουμε παρακάτω.

Label	Out-Degree
Samsung	68
Samsung New Zealand	10
Samsung México	9
Samsung Polska	8
Samsung Maroc	7
Samsung India	6
Samsung France	5
Samsung Österreich	4
KYU WON LEE	3
Samsung Estonia	3
Samsung Latvia	3
Samsung Lithuania	3
Samsung Switzerland	3
Samsung Norge	3
Samsung Suomi	3
Samsung Sverige	3
Samsung Australia	2
Samsung Deutschland	2
Samsung Vietnam	2
Samsung Hrvatska	1
Samsung Latinoamérica y Caribe	1
Samsung US	0
Samsung Newsroom	0
Samsung UK	0
Samsung Canada	0
Samsung España	0
Samsung Korea	0
SamsungPrinting	0
SamsungChile	0
Samsung Egypt	0
Samsung Gulf	0
Samsung Hong Kong	0
Samsung Indonesia	0
Samsung Malaysia	0
Samsung Philippines	0
Samsung Russia	0
Samsung Singapore	0

Samsung South Africa	0
SamsungTaiwan	0
Samsung Thailand	0
CNET	0
ForumMySamsung	0
Samsung Argentina	0
Samsung Azerbaijan	0
Samsung Belgium	0
Samsung Bosna i Hercegovina	0
Samsung Brasil	0
Samsung Bulgaria	0
Samsung Česko a Slovensko	0
Samsung Colombia	0
Samsung Crna Gora	0
Samsung Danmark	0
Samsung Developers	0
Samsung Georgia	0
Samsung Ghana	0
Samsung Greece	0
Samsung Ireland	0
Samsung Israel	0
Samsung Italia	0
Samsung Kazakhstan	0
Samsung Levant	0
Samsung Magyarország	0
Samsung Makedonija	0
Samsung Memory	0
samsungmena	0
Samsung Nederland	0
Samsung Pakistan	0
Samsung Perú	0
Samsung Portugal	0
Samsung Romania	0
Samsung Saudi Arabia	0
Samsung Shqiperi	0
Samsung Slovenija	0
Samsung Srbija	0
Samsung Türkiye	0
Samsung Ukraine	0

Κατανομή του Out-Degree μέσω γραφικής παράστασης:



Αντίστοιχα με το In-Degree θα δούμε πως αλλάζει το δίκτυο όσον αφορά μέγεθος και χρώμα κόμβων σε συνάρτηση με το Out-Degree αυτή τη φορά. dipla pou thn pio katw na mpei h ipolipi ths



Με τον αντίστοιχο τρόπο που δουλέψαμε για το In-Degree προηγουμένως, δουλέψαμε και τώρα. Όπως παρατηρούμε, στην πρώτη θέση εξακολουθεί να είναι το κανάλι Samsung ενώ στο προσκήνιο έχουν προστεθεί αρκετά κανάλια σε σχέση με πριν. Λογικό, αφού όσο πιο πολλά Featured Channels έχει ένα κανάλι τόσο πιο εύκολα μπορεί να προσεγγίσει κοινό και να αυξήσει τις προβολές και τις εγγραφές του. Επίσης ένα παράδειγμα που πολλές φορές συμβαίνει είναι ότι με αυτόν τον τρόπο ο κόσμος μπορεί να ενημερωθεί πολύ πιο γρήγορα για ένα καινούργιο προϊόν που έχει παρουσιαστεί σε μια άλλη χώρα βλέποντας ένα προτεινόμενο κανάλι που θα προτείνει η ίδια η πλατφόρμα του YouTube μέσω των Featured Channels που έχει το κανάλι το οποίο ακολουθεί ένας χρήστης.

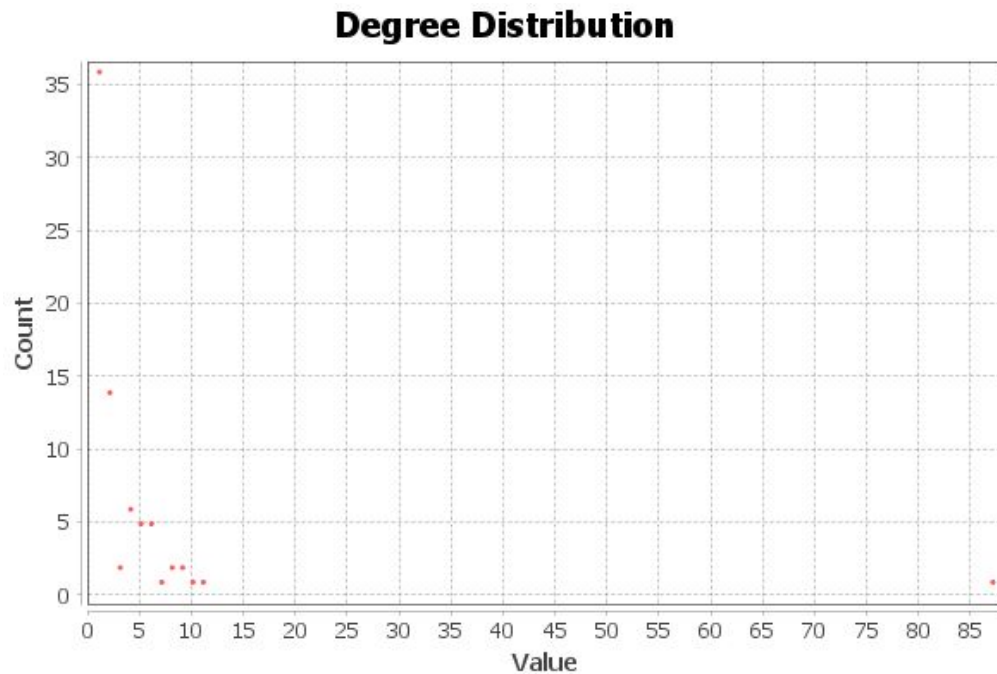
6.3.3 Total Degree

Το Total Degree είναι το σύνολο των ακμών που ξεκινούν ή που καταλήγουν σε ένα κόμβο. Με άλλα λόγια, είναι ουσιαστικά το άθροισμα του In-Degree και του Out-Degree.

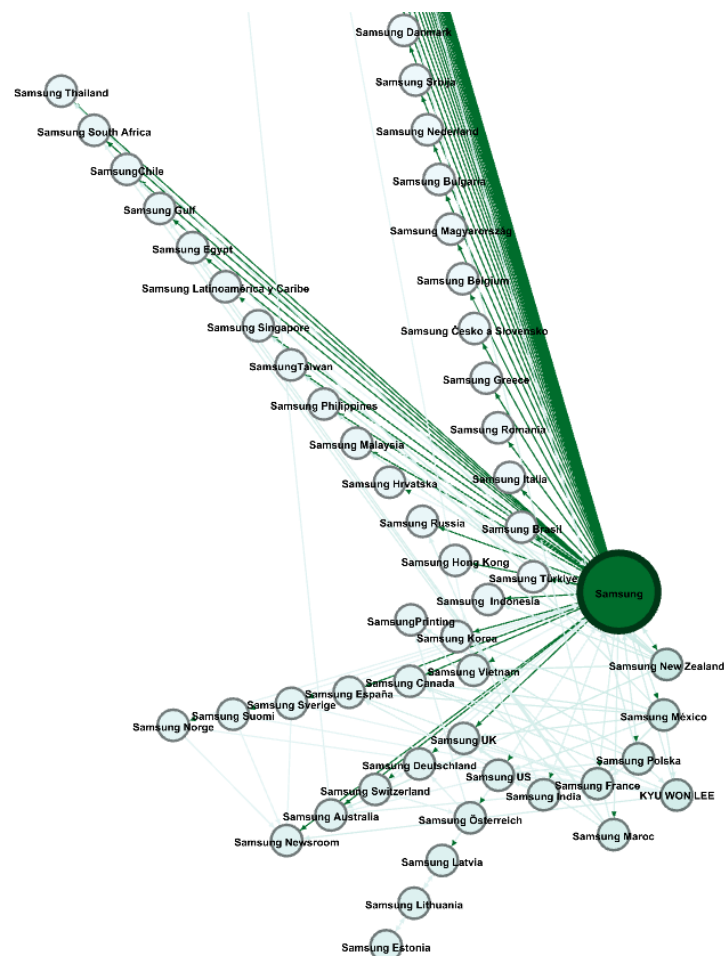
Label	Degree ▾
Samsung	87
Samsung New Zealand	11
Samsung México	10
Samsung Polska	9
KYU WON LEE	9
Samsung France	8
Samsung Maroc	8
Samsung India	7
Samsung US	6
Samsung Österreich	6
Samsung Latvia	6
Samsung Lithuania	6
Samsung Estonia	6
Samsung UK	5
Samsung Deutschland	5
Samsung Switzerland	5
Samsung Australia	5
Samsung Newsroom	5
Samsung Vietnam	4
Samsung Canada	4
Samsung España	4
Samsung Sverige	4
Samsung Suomi	4
Samsung Norge	4
Samsung Korea	3
SamsungPrinting	3
Samsung Indonesia	2
Samsung Hong Kong	2
Samsung Russia	2
Samsung Hrvatska	2
Samsung Malaysia	2
Samsung Philippines	2
SamsungTaiwan	2
Samsung Singapore	2
Samsung Latinoamérica y Caribe	2
Samsung Egypt	2
Samsung Gulf	2

SamsungChile	2
Samsung South Africa	2
Samsung Thailand	2
Samsung Türkiye	1
Samsung Brasil	1
Samsung Italia	1
Samsung Romania	1
Samsung Greece	1
Samsung Česko a Slovensko	1
Samsung Belgium	1
Samsung Magyarország	1
Samsung Bulgaria	1
Samsung Nederland	1
Samsung Srbija	1
Samsung Danmark	1
Samsung Slovenija	1
Samsung Ireland	1
Samsung Shqiperi	1
Samsung Makedonija	1
Samsung Bosna i Hercegovina	1
Samsung Crna Gora	1
Samsung Portugal	1
Samsung Pakistan	1
Samsung Levant	1
Samsung Saudi Arabia	1
Samsung Israel	1
Samsung Argentina	1
Samsung Colombia	1
Samsung Perú	1
Samsung Ukraine	1
Samsung Kazakhstan	1
Samsung Ghana	1
Samsung Georgia	1
Samsung Azerbaijan	1
ForumMySamsung	1
Samsung Developers	1
Samsung Memory	1
CNET	1
samsungmena	1

Κατανομή του Total Degree μέσω γραφικής παράστασης:



Όπως και στις δύο προηγούμενες περιπτώσεις, θα δούμε πως διαμορφώνεται το δίκτυο μας λαμβάνοντας υπόψη το Total Degree αυτή τη φορά. **dipla pou thn pio katw na mpei h ipolipi ths**



Το πρώτο πράγμα που μπορεί να προσέξει κανείς για το σχήμα που προέκυψε με μετρική το Total Degree είναι πως υπάρχει ο ίδιος αριθμός ομάδων κατα πλήθος κόμβων σε σχέση με πριν. Η διαφορά όμως έγκυται στο γεγονός πως όλοι σχεδόν οι κόμβοι που υπήρχαν και πριν στο Out-Degree, πέραν από τον προφανές της Samsung, υπάρχουν και τώρα. Άρα φαίνεται πως το Out-Degree είναι αυτό που παίζει τον πιο σημαντικό ρόλο αφού όπως είπαμε και προηγουμένως είναι αυτό που καθορίζει ποια κανάλια θα προωθηθούν περισσότερο από τον τρόπο που δουλεύει το Youtube μέσω των Featured Channels.

Τέλος να πούμε πως δεν έγινε κάποια αναφορά για το Weight Degree αφού στο δίκτυο που μελετάμε όλες οι ακμές έχουν ίσο βάρος πράγμα που δεν επηρεάζει τα δεδομένα μας. Επομένως δεν είχε νόημα η οποιαδήποτε αναφορά σε αυτό.

7 Centrality measures

7.1 Degree

dame enikserw ti na grapsw, sthn ekfonisi lalei gia Degree enw sto Section6 pou en ta Degree Measures lalei gia Total Degree. enen idia touta ta 2?

7.2 Betweenness Centrality

Το Betweenness Centrality δείχνει πόσο σημαντικός είναι ένας κόμβος όταν θέλουμε να συνδέσουμε όλους τους κόμβους μεταξύ τους μέσω αυτού. Για παράδειγμα, για τον κόμβο n_i βρίσκουμε για κάθε ζεύγος κόμβων (u, w) του δικτύου τις εξής τιμές όπου και τις διαιρούμε:

1. Το σύνολο των συντομότερων μονοπατιών από τον κόμβο n_i : $\Sigma_{uw}(n_i)$
2. Με τον αριθμό των συντομότερων διαδρομών που παίρνουν από τον κόμβο x (τα μονοπάτια των u προς w): Σ_{uw}

Αθροίζοντας το πηλίκο των διαιρέσεων των σημείων 1 και 2 βρίσκουμε το Betweenness Centrality του κόμβου x . Ο τύπος για την πιο πάνω διαδικασία δίνεται από την σχέση $C_B(n_i) = \sum (\Sigma_{uw}(n_i) / \Sigma_{uw})$.

Αφού καταλάβαμε πως προκύπτει το Betweenness Centrality, μπορούμε με την χρήση του Gephi να το βρούμε αυτόματα για όλους τους κόμβους μέσω των Statistics.

vallw eikones opos eshei o koumparos sto palio pou vlepw

7.3 Closeness centrality

7.4 Eigenvector centrality